

Miljø og vegprosjekter

Om luftutslipp og nyttekostnadsanalyse hos Statens vegvesen

Vidar Rugset



Masteroppgave ved Økonomisk Institutt

UNIVERSITETET I OSLO

3 mai 2010

Til Mommo

Sammendrag

Statens vegvesen foretar nyttekostnadsanalyse i forbindelse med utredning av større og mindre vegtransportprosjekter, hvor man forsøker å se på summen av konsekvenser, både prissatte og ikke-prissatte, og veie disse opp mot investeringskostnaden. Blant de prissatte virkningene finner vi miljøkonsekvenser, og da spesielt utslipp til luft i form av klimagasser, og andre utslipp som er skadelig for helse og miljø, både lokalt regionalt og globalt.

”Effekt” er et dataverktøy utviklet av SINTEF på oppdrag fra Vegdirektoratet som brukes til å beregne og sammenstille prissatte effekter. Primært er dette et verktøy som beregner effekten av å rette ut strekninger og forbedre vegnett, men effekter i form av tidskostnader, kjøretøykostnader, ulykkeskostnader og miljøkostnader både for personbiler, næringstransport og kollektivtransport kan beregnes i modellen (Statens vegvesen 2008a).

Effekt har noen naturlige begrensninger når det kommer til såkalte konseptvalgutredninger, hvor man ikke bare skal vurdere ulike vegprosjekter, men se på ulike valg av konsepter for å løse en bestemt transportmessig utfordring. Det såkalte KS-regimet gjelder alle prosjekter med en kostnadsramme på over 500 millioner kroner (pr 2006). KS står for kvalitetssikring, og for prosjekter over nevnte kostnadsramme skal det gjennomføres ekstern kvalitetssikring av beslutningsgrunnlaget to ganger: KS1 er på konseptnivå, derav betegnelsen konseptvalgutredning, (heretter KVVU), KS2 er en mer nøye kvalitetssikring av kostnadsoverslag etter at hovedkonsept er valgt (Statens vegvesen 2006)

*Med **konsept** menes den grunnleggende ideen eller overordnede systemløsningen for hvordan kartlagt behov skal dekkes, gjerne konkretisert gjennom hovedmål og mål* (Statens vegvesen 2006).

Eksempler her kan være utbedring av jernbane, tiltak som går på bosettingspolitikk (eks fortetning i sentrum), lokalisering av næringsområder, barnehager, osv.

Effekt

Effekt er som sagt utviklet på oppdrag fra Vegdirektoratet, og er et verktøy som beregner og sammenstiller prissatte konsekvenser. Programmet bygger fullt ut på vegvesenets Håndbok 140 – Konsekvensanalyser (Statens vegvesen 2006), som igjen bygger bl.a. på Finansdepartementets veileder i samfunnsøkonomiske analyser (FIN 2005). Effekt beregner

de prissatte konsekvensene, som endringer i reisetid, kjørekostnader, ulykker, miljø og drift/vedlikehold. I konsekvensanalyser skal det også tas hensyn til *ikke prissatte effekter*, som er delt inn i temaene landskapsbilde/bybilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmiljø, kulturmiljø, og naturressurser. Disse konsekvensene måles ikke i kroner og øre, men vurderes etter en niddelt skala som går fra meget stor positiv konsekvens til meget stor negativ konsekvens (Statens vegvesen 2006). Disse konsekvensene beregnes da ikke i *Effekt*, selv om *Effekt* inneholder en modul for oppstilling og synliggjøring av disse (Statens vegvesen, 2006).

Miljø og transport

En av fremtidens store utfordringer etter hvert som det blir flere mennesker i verden, er de konsekvensene vårt transportbehov vil ha for miljøet. I denne sammenhengen tenker jeg først og fremst på støy og luftforurensning, selv om arealbruk sannsynligvis også vil bli en stor utfordring i fremtiden.

Min målsetning for denne oppgaven er derfor å utforske

hvordan miljøkonsekvenser blir ivaretatt i beregningsmodellen *Effekt*, eller mer spesifikt; utslipp til luft. Her søker jeg først og fremst å beskrive hvordan det fungerer i *Effekt*, og ut ifra relevant teori på området svare på om miljøkonsekvenser blir tilstrekkelig hensyntatt i nyttekostnadsanalysen. Dette vil jeg søke å svare på med bakgrunn i relevant litteratur om miljø og nyttekostnadsanalyser, og mer spesifikt, konkrete føringer fra myndighetene i utredningene, NOU 1997:27 og NOU 2009:16, samt SFT's tiltaksanalyse (SFT 2005). Jeg vil her forsøke å svare på om beregninger foretatt i *Effekt* i tilstrekkelig grad får med seg de eksterne virkningene som forurensende utslipp til luft utgjør.

Hvor sensitive beregningene er for endringer i priser på luftforurensning. Tidligere enkel analyse jeg har gjort (Rugset, 2009) tyder på at miljøkonsekvenser utgjør en svært liten andel av det totale bildet når en utfører nyttekostnadsberegninger på et vegprosjekt. Det som virkelig drar prosjektet i positiv retning er ofte reduksjon av reisetid, og reduksjon av ulykker. Denne analysen vil jeg bygge ut, og forbedre, med sikte på å bedre kunne forstå om miljøeffekter generelt blir tilstrekkelig hensyntatt i nyttekostnadsanalyse foretatt av Statens vegvesen. Jeg vil bygge ut modellen med flere alternative prosjekter, slik at jeg kan sammenligne prosjekter hvor miljøkonsekvenser forekommer i forskjellig

grad. For eksempel om vi i ett alternativ legger mest mulig til rette for privatbilisme, og i ett annet går inn for å få mest mulig persontrafikk over på buss.

I oppgaven belyser jeg et konkret empirisk eksempel fra min hjemby, Porsgrunn. Jeg analyserer ulike prosjekteralternativer på et begrenset område av det lokale vegnettet, i hovedsak ett prosjekt som innebærer bygging av ny riksveg, og ett prosjekt som innebærer økt satsning på kollektivtrafikk.

Hovedkonklusjonen i denne masteroppgaven er at det er forhold som tyder på at miljøeffekter undervurderes i nyttekostnadsanalysen slik det er lagt opp til i *Effekt* og Statens vegvesen (2006), på grunn av statisk, og for lav, verdsetting av virkninger på luftutslipp.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet med faglig og finansiell støtte fra Statens vegvesen - Region sør. Jeg vil gjerne takke Samfunnsseksjonen for god moralsk støtte gjennom hele prosessen.

Min veileder har vært Karine Nyborg. Jeg skylder henne en stor takk for presise og verdifulle tilbakemeldinger.

Ideen til oppgaven ble til i min tid som sommerhjelp hos Statens vegvesen - Region sør, hvor det ved flere anledninger ble pekt på at luftutslipp sjelden fikk noen særlig betydning i nyttekostnadsberegningene.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
2	NYTTEKOSTNADSANALYSE.....	4
2.1	Samfunnsøkonomisk lønnsomhet.....	4
2.1.1	Fullkommen konkurranse.....	4
2.1.2	Markedssvikt.....	6
2.2	Diskontering.....	8
2.3	Oppsummering.....	9
2.4	Forutsetninger.....	9
3	Analyseverktøyet EFFEKT.....	11
3.1	Innledning.....	11
3.2	Beregningsmetodikk.....	12
3.3	Enhetspriser og parametere.....	14
3.4	Følsomhetsanalyse.....	14
3.5	Nyskapt trafikk.....	15
3.6	Virkninger for busstrafikk.....	15
4	En empirisk analyse.....	18
4.1	Innledning.....	18
4.2	Forutsetninger og forenklinger som ligger til grunn for modellen:.....	21
4.3	Trafikkgrunnlag.....	22
4.4	Bussruter.....	24
4.5	Utbyggingsplaner.....	25
4.5.1	V1: Ny riksveg 36 mellom grensepunktene G1 og G2.....	25
4.5.2	V2: Kollektivfelt i begge retninger på alle lenker i eksisterende vegnett.....	26
4.6	Forutsetninger om enhetspriser.....	28
5	Beregningsresultater.....	30
5.1	Utbyggingsplan V1.....	30
5.2	Utbyggingsplan V2.....	33
5.3	Utbyggingsplan V3 – Kollektivfelt og restriksjoner på biltrafikk.....	34
6	OM ENHETSPRISER OG DISKONTERING.....	39
6.1	Hva ligger til grunn for enhetsprisene på luftforurensning?.....	39
6.2	Om diskontering i nyttekostnadsanalysen.....	41

6.3	Utvikling i realpriser på miljøgoder.	43
6.4	Nyttekostnadsanalyse med stigende realpris på utslippskvoter.....	44
7	Konklusjon	50
	Litteraturliste	52
	Vedlegg	54
	Tabell 3.1 Tidsverdier	14
	Figur 4.1 - Prosjektområde.....	18
	Figur 4.2 Kart zoomet inn på aktuelt veikryss. Rød ring markerer aktuelt kryss.	20
	figur 4.3 - Vegnett 0 (dagens vegnett). Tall langs veglenker er lengde i meter som er hentet fra nasjonal vegdatabank, (NVDB).	21
	figur 4.4 - Vegnett 0 (dagens vegnett). Tallene langs veglenkene er ÅDT-verdier per 2008 hentet fra NVDB.	22
	Tabell 4.4.1 – Bussruter i Vegnett 0.....	24
	Figur 4.5 Kart over alternativ V1.....	27
	Figur 4.6 – Skjema over alternativ V1	27
	Tabell 5.1 – <i>Effekt</i> -resultater alternativ V1	31
	Tabell 5.2 – <i>Effekt</i> -resultater alternativ V2	33
	Tabell 5.3.1 Trafikkstrømmer i V3	35
	Tabell 5.3.2 Bussruter i V3	36
	Tabell 5.3.3 Utbyggingsplan V3 – Kollektivfelt på alle lenker, <i>med trafikkoverføring</i>	37
	Tabell 6.4.1 Fremskrevet CO ₂ –reduksjon i henhold til trafikkvekst.....	46
	Tabell 6.4.2 CO ₂ -reduksjon til standard Effekt-pris, og uten prisvekst	47
	Tabell 6.4.3 Fremskrevet reduksjon i NO _x -utslipp, beregnet med 4 % realprisvekst.	48

1 Innledning

Statens vegvesen foretar nyttekostnadsanalyse i forbindelse med utredning av større og mindre vegtransportprosjekter, hvor man forsøker å se på summen av konsekvenser, både prissatte og ikke-prissatte, og veie disse opp mot investeringskostnaden. Blant de prissatte virkningene finner vi miljøkonsekvenser, og da spesielt utslipp til luft i form av klimagasser, og andre utslipp som er skadelig for helse og miljø, både lokalt regionalt og globalt.

”Effekt” er et dataverktøy utviklet av SINTEF på oppdrag fra Vegdirektoratet som brukes til å beregne og sammenstille prissatte effekter. Primært er dette et verktøy som beregner effekten av å rette ut strekninger og forbedre vegnett, men effekter i form av tidskostnader, kjøretøykostnader, ulykkeskostnader og miljøkostnader både for personbiler, næringstransport og kollektivtransport kan beregnes i modellen (Statens vegvesen 2008a).

Effekt har noen naturlige begrensninger når det kommer til såkalte konseptvalgutredninger, hvor man ikke bare skal vurdere ulike vegprosjekter, men se på ulike valg av konsepter for å løse en bestemt transportmessig utfordring. Det såkalte KS-regimet gjelder alle prosjekter med en kostnadsramme på over 500 millioner kroner (pr 2006). KS står for kvalitetssikring, og for prosjekter over nevnte kostnadsramme skal det gjennomføres ekstern kvalitetssikring av beslutningsgrunnlaget to ganger: KS1 er på konseptnivå, derav betegnelsen konseptvalgutredning, (heretter KVV), KS2 er en mer nøye kvalitetssikring av kostnadsoverslag etter at hovedkonsept er valgt (Statens vegvesen 2006)

*Med **konsept** menes den grunnleggende ideen eller overordnede systemløsningen for hvordan kartlagt behov skal dekkes, gjerne konkretisert gjennom hovedmål og mål* (Statens vegvesen 2006).

Eksempler her kan være utbedring av jernbane, tiltak som går på bosettingspolitikk (eks fortetning i sentrum), lokalisering av næringsområder, barnehager, osv.

Effekt

Effekt er som sagt utviklet på oppdrag fra Vegdirektoratet, og er et verktøy som beregner og sammenstiller prissatte konsekvenser. Programmet bygger fullt ut på vegvesenets Håndbok 140 – Konsekvensanalyser (Statens vegvesen 2006), som igjen bygger bl.a. på Finansdepartementets veileder i samfunnsøkonomiske analyser (FIN 2005). Effekt beregner

de prissatte konsekvensene, som endringer i reisetid, kjørekostnader, ulykker, miljø og drift/vedlikehold. I konsekvensanalyser skal det også tas hensyn til *ikke prissatte effekter*, som er delt inn i temaene landskapsbilde/bybilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmiljø, kulturmiljø, og naturressurser. Disse konsekvensene måles ikke i kroner og øre, men vurderes etter en niddelt skala som går fra meget stor positiv konsekvens til meget stor negativ konsekvens (Statens vegvesen 2006). Disse konsekvensene beregnes da ikke i *Effekt*, selv om *Effekt* inneholder en modul for oppstilling og synliggjøring av disse (Statens vegvesen, 2006).

Miljø og transport

En av fremtidens store utfordringer etter hvert som det blir flere mennesker i verden, er de konsekvensene vårt transportbehov vil ha for miljøet. I denne sammenhengen tenker jeg først og fremst på støy og luftforurensning, selv om arealbruk sannsynligvis også vil bli en stor utfordring i fremtiden.

Min målsetning for denne oppgaven er derfor å utforske

hvordan miljøkonsekvenser blir ivaretatt i beregningsmodellen *Effekt*, eller mer spesifikt; utslipp til luft. Her søker jeg først og fremst å beskrive hvordan det fungerer i *Effekt*, og ut ifra relevant teori på området svare på om miljøkonsekvenser blir tilstrekkelig hensyntatt i nyttekostnadsanalysen. Dette vil jeg søke å svare på med bakgrunn i relevant litteratur om miljø og nyttekostnadsanalyser, og mer spesifikt, konkrete føringer fra myndighetene i utredningene, NOU 1997:27 og NOU 2009:16, samt SFT's tiltaksanalyse (SFT 2005). Jeg vil her forsøke å svare på om beregninger foretatt i *Effekt* i tilstrekkelig grad får med seg de eksterne virkningene som forurensende utslipp til luft utgjør.

Hvor sensitive beregningene er for endringer i priser på luftforurensning. Tidligere enkel analyse jeg har gjort (Rugset, 2009) tyder på at miljøkonsekvenser utgjør en svært liten andel av det totale bildet når en utfører nyttekostnadsberegninger på et vegprosjekt. Det som virkelig drar prosjektet i positiv retning er ofte reduksjon av reisetid, og reduksjon av ulykker. Denne analysen vil jeg bygge ut, og forbedre, med sikte på å bedre kunne forstå om miljøeffekter generelt blir tilstrekkelig hensyntatt i nyttekostnadsanalyse foretatt av Statens vegvesen. Jeg vil bygge ut modellen med flere alternative prosjekter, slik at jeg kan sammenligne prosjekter hvor miljøkonsekvenser forekommer i forskjellig

grad. For eksempel om vi i ett alternativ legger mest mulig til rette for privatbilisme, og i ett annet går inn for å få mest mulig persontrafikk over på buss.

I oppgaven belyser jeg et konkret empirisk eksempel fra min hjemby, Porsgrunn. Jeg analyserer ulike prosjekteralternativer på et begrenset område av det lokale vegnettet, i hovedsak ett prosjekt som innebærer bygging av ny riksveg, og ett prosjekt som innebærer økt satsning på kollektivtrafikk.

Hovedkonklusjonen i denne masteroppgaven er at det er forhold som tyder på at miljøeffekter undervurderes i nyttekostnadsanalysen slik det er lagt opp til i *Effekt* og Statens vegvesen (2006), på grunn av statisk, og for lav, verdsetting av virkninger på luftutslipp.

2 NYTTEKOSTNADSANALYSE

Nyttekostnadsanalyse er en metode for å beregne den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av tiltak, som regel offentlige investeringsprosjekter. Den går ut på å prissette og beregne konsekvensene for alle berørte parter, over hele tiltakets tidshorisont, neddiskontere alle virkninger til et felles basistidspunkt, og så veie konsekvensene opp mot hva tiltaket koster. Konsekvenser blir beregnet relativt til et "baseline" eller 0-alternativ, som er hvordan man antar virkeligheten vil bli dersom en ikke gjennomfører tiltaket (Grønn 1999).

Dersom netto nåverdi, dvs summen av alle positive og negative konsekvenser (inkludert investeringen), er positiv, regnes tiltaket som samfunnsøkonomisk lønnsomt. Hovedprinsippet er at kroneverdien av en konsekvens skal settes lik det befolkningen er villig til å betale for å oppnå den. Begrepet *samfunnsøkonomisk lønnsom* betyr således at den samlede totale betalingsvilligheten for en konsekvens overstiger det tiltaket faktisk koster (NOU 1997:27). Nå er det jo slik i virkeligheten at man ikke har midler til å gjennomføre alle prosjekter man kunne ønske seg, så ved knapphet på investeringsmidler, blir da beslutningsregelen å rangere alternative prosjekter etter *netto nytte pr budsjettkrone* (NOU 1997:27).

2.1 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Som nevnt i forrige avsnitt, dreier begrepet *samfunnsøkonomisk lønnsomhet* seg om å måle om *samfunnets* betalingsvillighet for et gode er større enn den samfunnsmessige kostnaden ved å fremskaffe godet. *Samfunnsøkonomisk lønnsomhet* kan avvike fra *privatøkonomisk*, eller *bedriftsøkonomisk lønnsomhet*, på grunn av i hovedsak tre ting, som omtales som samlebegrepet *markedssvikt*. Disse er *eksterne effekter*, *kollektive goder* og *ufullkommen konkurranse* (Grønn 1999). Markedssvikt vil jeg komme nærmere inn på, men først vil jeg gi en innføring i samfunnsøkonomisk lønnsomhet under en betingelse om *fullkommen konkurranse*. Det er en vanlig tilnærming i økonomifaget å først se på hva som skjer under fullkommen konkurranse, for deretter å se hva som skjer når en løsner på de strenge forutsetningene som ligger til grunn for en slik løsning.

2.1.1 Fullkommen konkurranse

I markeder hvor det er perfekt konkurranse antas det at det er mange identiske produsenter, og mange identiske konsumenter, slik at ingen alene er store nok til å kunne påvirke markedsprisen for det aktuelle godet, og alle deltagerne i markedet tar prisen for gitt. Identisk i denne forstand betyr produsentene har tilgang til den samme teknologien, og konsumentene har preferanser som kan representeres ved den samme etterspørselsfunksjonen. Produsentene produserer varer så lenge prisen de kan få i markedet overstiger grensekostnaden ved å produsere en ekstra enhet av godet. På samme måte kjøper konsumentene varen så lenge prisen er lavere enn deres marginale betalingsvillighet for godet. For en grundigere innføring se f.eks Varian (1992). Hvis jeg nå i tillegg antar at det ikke er *eksterne virkninger eller kollektive goder involvert* (omtales i neste avsnitt) vil en slik markedssituasjon medføre en samfunnsmessig optimal allokering av det aktuelle godet (Grønn 1999).

Antagelsen om perfekte konkurranse ligger til grunn for velferdsteoriens første hovedteorem som sier at *i en frikonkurranseøkonomi med markeder for alle varer og tjenester, og uten eksterne virkninger og kollektive goder, vil en likevektsløsning, hvis den eksisterer, under visse betingelser være Pareto-optimal* (Grønn 1999).

Begrepet *Pareto-optimal* er sentralt i velferdsteorien, og jeg skal her forklare det kort. For grundigere innføring, se f.eks. Grønn (1999).

At en allokering er *Pareto-optimal* betyr at det ikke er mulig å innrette seg slik at noen får det bedre, uten at andre får det dårligere. Det betyr litt enkelt sagt at det ikke foregår noen sløsing med ressursene (Grønn 1999).

En *Pareto-forbedring* vil da være definert ved at minst en person får det bedre, *uten* at noen andre får det dårligere (Grønn 1999), og det er i utgangspunktet slike gevinster vi er ute etter i nyttekostnadsanalysen. En Pareto-forbedring under fullkommen konkurranse kan f. eks. være på grunn av at myndighetene investerer i ny infrastruktur som endrer bedriftenes kostnadsfunksjon, og dermed kan tilby mer av en vare til samme pris, dermed er det rom for at både konsumenter og produsenter kan tjene på det.

Begrepene konsument- og produsentoverskudd er sentrale i teorien om samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Konsumentoverskudd er definert som differansen mellom hva noen er villig til å betale for et gode, og den faktiske prisen en må betale. Hvis en person maksimalt er villig til å betale 10 kr for et eple, og eplet koster 6 kr i butikken, oppnår personen et

konsumentoverskudd på kr 4 ved å kjøpe eplet. Hvis en så summerer dette konsumentoverskuddet til alle som kjøper epler, får man det totale konsumentoverskuddet i markedet for epler (Grønn 1999).

Produsentoverskuddet er differansen mellom prisen i markedet, og kostnaden ved å fremstille godet. Det kan ses på som produsentens profitt (Grønn 1999).

I nyttekostnadsanalysen under disse antagelsene, vil kalkulasjonsprisene som brukes være identiske med markedsprisene for varer og tjenester, siden prisene som betales fullt ut representerer den samfunnsmessige kostnaden ved å fremskaffe dem.

2.1.2 Markedssvikt

Her vil jeg beskrive de viktigste årsakene til at markedspriser ikke alltid kan benyttes i nyttekostnadsanalyse.

Monopol

Monopolmakt i markedet for en vare kan gjøre at markedsprisen avviker fra den samfunnsøkonomisk riktige prisen. Under perfekt konkurranse vil marginalkostnaden ved produksjonen være lik marginal betalingsvillighet for kundene, men hvis et firma har monopolmakt, kan det sette prisen høyere slik at det maksimerer sin profitt, og markedsprisen vil da ikke reflektere produksjonskostnaden (NOU 1997:27).

Eksterne effekter og kollektive goder

Eksterne virkninger er kostnader eller gevinster som ikke påføres den enkelte aktør, og som denne da ikke tar hensyn til i sine beslutninger om å konsumere eller produsere. Et viktig eksempel her er forurensning. En bedrift som ved produksjon av en vare slipper ut illeluktende røyk og påfører en ulempe på en nærliggende bys befolkning, men som ikke påfører bedriften noen ulempe, tar ikke denne kostnaden med i betraktningen når den bestemmer seg for å produsere en vare eller ikke. Denne kostnaden gjør da at den samfunnsmessige kostnaden ved å produsere varen er høyere enn den bedriftsøkonomiske, og til en gitt etterspørsel vil da private aktører produsere mer av varen enn det som ville gitt et samfunnsmessig optimalt kvantum (NOU 1997:27)

Omvendt vil det være en positiv eksternalitet når en positiv virkning også kan nyttes av andre enn den som betaler for den. Hvis jeg velger å vaksinere meg mot svineinfluensa, unngår jeg selv å bli smittet. Det er min private nytte, men i tillegg kan jeg heller ikke smitte andre med den samme sykdommen, noe som da blir en ekstern virkning (Grønn 1999).

Noen goder som genererer eksterne virkninger er såkalte kollektive goder. De kjennetegnes ved to kriterier: Ikke-rivaliserende, og ikke-eksklusive. Det første betyr at en persons benyttelse av godet ikke reduserer andre personers mulighet til å benytte seg av det samme godet.

Eksempel: En vei uten trengsel, eller gatelys. Det andre betyr at en ikke har mulighet til å utelukke noen fra å benytte godet. Gatelys er igjen et godt eksempel. Noen goder vil ha elementer av kollektivt gode i seg, uten å være rene kollektive goder. For eksempel vil en park i byen være ikke-rivaliserende, så lenge det ikke er trengsel, men en har mulighet til å sette opp gjerde og port og kreve inngangspenger, så den kan være eksklusiv. Eksempler på rene offentlige goder: Ren luft, gatelys, vakre omgivelser (Grønn 1999).

Prinsippet for å beregne den optimale mengden av et kollektivt gode er i prinsippet forskjellig fra produksjon av private goder. Optimal produksjon av private goder er kjennetegnet ved at marginalkostnaden ved produksjon er lik den marginale betalingsvilligheten for den siste produserte enheten. For kollektive goder er optimal produksjon kjennetegnet ved at *summen av alle individers marginale betalingsvillighet* er lik marginalkostnaden ved produksjonen (Johansson 1993). Dette er fordi at et kollektivt gode som først er skaffet til veie, kan benyttes av alle uten at nytten forringes for det enkelte individ. Dette er også grunnen til at slike goder ikke blir produsert i tilstrekkelig grad uten offentlig intervensjon. Man har gratispassasjerproblemet, som betyr hvis noen først har betalt for godet, trenger ikke andre betale for det for å nyte godt av det, og dermed blir det vanskelig å samle nok privat betalingsvillighet til å oppnå den samfunnsmessig optimale løsningen. Miljøgoder vil ofte være slike goder (Johansson 1993).

Nyttekostadsberegningen vil bare ytterst sjelden være det eneste kriteriet som ligger til grunn for investeringsbeslutninger. Noen grunner til dette vil jeg kort gå igjennom nedenfor.

Ikke objektive kriterier for hva som er best for samfunnet totalt sett

Selv om vi kan måle betalingsvillighet på individnivå, er det prinsipielle problemer knyttet til å aggregere denne over flere individer. Når vi bruker kroner og øre som felles benevnning for

nytteeffekter summert over alle individer i et samfunn, antar vi samtidig at en ekstra krone utgjør en like stor nyttegevinst for alle individer. Det er en sterk forutsetning;

Inntektsfordelingen i samfunnet kan være skjev på den måten at person A, er en fattig person som for 100 kr ekstra om dagen kan spise seg mett, mens person B er rik, og 100 kr fra eller til utgjør lite for hans velferd. "100 kr ekstra å sette i banken". Myndighetene kan operere med forskjellige velferdsfunksjoner som vektlegger forskjellige folks velferd på ulike måter, men dette er da en etisk og politisk beslutning, og ikke et objektivt kriterium. En variant av en slik velferdsfunksjon ville være en såkalt Rawls-velferdsfunksjon, hvor samfunnets velverd bestemmes av velferden til den personen som har minst (Nyborg 2002, Johansson 1993).

En annen grunn til at kroner og øre ikke nødvendigvis er et objektivt velferds mål, er at folk rett og slett har forskjellige preferanser. Noen mennesker vil ha stor nytte av å kjøre rundt i en Mercedes-Benz (som koster mye penger), mens andre vil kunne få den samme nytten av å gå en tur til Galdhøpiggen (som ikke koster fullt så mye penger). (Johansson 1993)

Pareto vs Kaldor-Hicks-kriteriet

I klassisk velferdsteori er det Pareto-kriteriet som er målet for velferdsmessige forbedringer. Pareto-kriteriet sier at samfunnet øker sin velferd hvis minst ett individ får det bedre, uten at noen andre får det dårligere. Dette er da et relativt ukontroversielt kriterium, men i et stort samfunn hvor vi utreder tiltak som vil berøre mange parter, er det i praksis vanskelig å komme utenom at noen vil bli negativt berørt av tiltaket. I nyttekostnadsteori er det da i stedet Kaldor-Hicks-kriteriet som ligger til grunn for å vurdere om et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Det går ut på at hvis gevinsten for vinnerne er større enn ulempen for taperne (inkludert samfunnskostnaden ved å gjennomføre tiltaket), kan vi potensielt kompensere taperne, slik at ingen taper på tiltaket. Da regnes tiltaket som en velferdsforbedring. Kaldor-Hicks-kriteriet sier imidlertid ingenting om at kompensasjonen faktisk må gjennomføres. I praksis kan det også være vanskelig å gjennomføre de nevnte inntektsoverføringer. Hvis man for eksempel skal bruke skattesystemet til inntektsoverføringer kan det oppstå effektivitetstap som følge av beskatningen (NOU 1997:27).

2.2 Diskontering

I nyttekostnadsanalyse diskonteres alle fremtidige nytte- og kostnadsbeløp til nåverdien i et felles basisår for å gjøre dem sammenlignbare. Diskonteringsrenten reflekterer alternativkostnaden ved å sitte et pengebeløp i en viss periode. Hvis man for eksempel kan velge å få 100 kroner i dag eller om ett år, vil man normalt foretrekke å få dem i dag, både pga utålmodighetsfaktoren, og det faktum at man kan sette pengene i banken, slik at om et år har man 100 kroner + renten. Diskontering medfører da at alle fremtidige pengebeløp regnes om til det beløpet man måtte investert til en rente lik diskonteringsrenten i dag, for å kunne få det aktuelle beløpet i fremtiden (NOU 1997:27) Diskontering blir diskutert nærmere i kapittel 6.2 nedenfor.

2.3 Oppsummering

I dette kapitlet har jeg gått gjennom hovedprinsippene med nyttekostnadsanalyse. Det blir litt mer komplisert når vi tar hensyn til at prosjekter kan være gjensidig utelukkende, de kan være koblede (det ene muliggjør det andre), og grunnlagsdataene (f.eks. trafikkgrunnlag) kan være usikre, men det lar jeg ligge i denne omgang, da det ikke er vesentlig for diskusjonen (ennå).

2.4 Forutsetninger

Videre i oppgaven vil jeg ta følgende forutsetninger:

Markedspriser kan anvendes som enhetspriser på de forskjellige nytte- og kostnadskomponentene, såfremt annet ikke er nevnt. Priser på vareinnsats er brutto, inkl moms og andre avgifter. Nærmere om denne beregningsmetodikken i kapittelet om analyseverktøyet *Effekt* (Statens vegvesen 2006)

Jeg velger i analysen å se bort fra eventuelle fordelingsmessige effekter, og antar også at penger er like betydningsfullt for alle, på marginen.

Alle kronemessige beløp oppgis i faste priser, dvs. inflasjonsjustert til et basisår. Det medfører at renter også er realrenter, dvs. inflasjonsjusterte renter, i praksis tilnærmet lik nominell rente minus inflasjonen.

Investeringsprosjekter som analyseres i oppgaven antas å være *marginale* i den forstand at de ikke er store nok til å kunne påvirke markedspriser og lønninger.

3 Analyseverktøyet EFFEKT

3.1 Innledning

Effekt er et verktøy til å beregne og sammenstille prissatte virkninger fra *veg- og transportprosjekter*. Effekt er primært designet til å analysere tiltak på enkeltstrekninger og tiltak på lenker i små vegnett, men brukes også sammen med andre dataverktøy ved tiltak på veglenker i større vegnett og tiltak i transportsystem som påvirker reisemønster. Ved større prosjekter som har komplekse virkninger på rutevalg, reisemønster og lokaliseringsmønster, har Statens vegvesen mer avanserte transportmodeller som kan beregne trafikk og trafikantnytte. Resultatene fra disse kan så lastes inn i *Effekt* for beregning og sammenstilling av de samfunnsøkonomiske konsekvensene. (Statens vegvesen 2008a)

I denne oppgaven forutsetter jeg at vi skal betrakte et prosjekt som gjelder utbedring av enkeltstrekning eller enkelt vegnett, som ikke har komplekse virkninger på reisemønstre, og hvor det da ikke hentes beregninger fra transportmodell. Det vil si at alle beregninger enten gjøres i *Effekt*, eller gjøres manuelt utenfor *Effekt*.

Effekt beregner de prissatte virkningene av et tiltak. Disse virkningene er i hovedsak endringer i tidskostnader, kjøretøykostnader, miljøkostnader, ulykkeskostnader, helsevirkninger, og virkning på offentlige budsjetter (Statens vegvesen 2008a).

De prissatte virkningene er *endringer* i kostnadskomponenter i forhold til et basisalternativ. I *Effekt* er det vanlig å kalle dette basisalternativet *alternativ 0* og tilhørende vegnett *Vegnett 0*. Vegnett 0 sier hvordan situasjonen blir dersom man ikke gjennomfører tiltaket. Når man så beregner et tiltak, blir virkningen altså differansen mellom tiltaket og alternativ 0 for de ulike kostnadskomponentene (Statens vegvesen, 2008a). Hvis man for eksempel analyserer virkningen av å bygge en ny veg med høyere standard og adskilte kjørefelt, kan en gevinst være nedgang i ulykkeskostnader, mens en kostnad kan være økte vedlikeholdskostnader.

For en gitt trafikkmengde er nyttesiden av et tiltak gitt som reduksjoner i de *generaliserte* reisekostnadene for den eksisterende trafikken. De generaliserte reisekostnadene er summen av de kostnadene (monetære og andre) trafikanten selv står overfor når han tar sin beslutning om å gjennomføre en reise, for eksempel tidsforbruk, drivstoff, bompenger, fergebillett (Statens vegvesen 2008a).

I tillegg til de *generaliserte* kostnadene beregnes eksterne effekter, virkninger som den enkelte trafikant ikke tar med i beregningen når han foretar reisebeslutningen, men som påvirker samfunnets velferd (Statens vegvesen, 2006). Det kan være støy for boliger som ligger nær en ny vei, klimagassutslipp, eller helseeffekter fra økt bruk av gang- og sykkelveg, som igjen kan gi redusert sykefravær på sikt.

Effekt beregner ikke selve konsumentoverskuddet som oppstår fra transportkonsumet, men endringen i konsumentoverskudd ved å gjennomføre et bestemt prosjekt. Dette er fordi det ikke ligger inne noen data på hvordan selve etterspørselsfunksjonen etter reiser ser ut. For marginale prosjekter som ikke endrer de relative prisene er det heller ikke nødvendig for å beregne nytteeffekten av et tiltak for den *eksisterende* trafikken. For eventuell nyskapt trafikk må man imidlertid ta hensyn til hvor elastisk etterspørselen er for endringer i de generaliserte reisekostnader, så det nye konsumentoverskuddet som oppstår fra *Nyskapt trafikk* avhenger av brattheten på etterspørselskurven, (se figur 5.2). Dette må beregnes utenfor *Effekt* (se Håndbok 140, (Statens vegvesen 2006)) for oversikt over relevante dataverktøy) og legges inn i *Effekt* sammen med trafikktall og trafikktutviklingen for den antatt nyskapte trafikken. *Effekt* summerer da de prissatte virkningene for alle årene i analyseperioden, inkludert de eksterne effektene i form av miljøutslipp og ulykker, og neddiskontert til sammenligningsåret. (Statens vegvesen 2008a)

3.2 Beregningsmetodikk

Kostnadskomponentene i Effekt beregnes etter den såkalte bruttometoden. Det vil si at kostnader blir beregnet *inklusive* skatter og avgifter, dersom den enkelte aktør må betale dem. Avgiftene blir så regnet som en inntekt til det offentlige, og dersom avgiften er ment å skulle korrigere for eventuelle eksterne effekter, blir virkningen på disse beregnet separat (Minken, 2005). Som et eksempel kan vi se på effekten på bensinforbruk av å bygge en ny vei som gjør at brukerne (bilister) får kortere reiseveg: (Eksempel basert på Statens vegvesen, 2008a)

A: Brukerne får **gevinst** i form av å kjøpe mindre bensin, prisen brukerne betaler er *inklusive* avgifter.

B: Det offentlige får **tap** i form av avgiften på bensin, fordi brukerne kjøper færre liter bensin.

C: Samfunnet forøvrig får **gevinst** i form av redusert CO2-utslipp, siden vi brenner opp færre liter bensin.

Samfunnet for øvrig kan også få **tap**, f.eks. dersom den nye vegen går gjennom et område hvor mange vil bli plaget av støy fra den nye vegen.

Når man da legger sammen disse virkningene får vi summen av de prissatte virkningene av tiltaket, som da veies opp mot investeringskostnaden for å beregne netto nytte. *Netto nytte* er i *Effekt* definert som summen av alle de prissatte virkningene av et tiltak, inkludert investeringen (Statens vegvesen, 2008a)

Anleggskostnadene blir da også lagt inn inklusiv merverdiavgift for de kostnadene som er belagt med denne (Statens vegvesen 2008a).

Dersom hele eller deler av investeringen skal finansieres over skatteseddelen, beregnes et effektivitetstap som følge av skattefinansieringen. Det tar høyde for administrasjonskostnader som følger med skatteinndrivelse, og effektivitetstap som kommer av at skatter vanligvis er *vridende* (FIN 2005).

Et eksempel kan være en person A som trenger å få reparert bilen og er villig til å betale 500 kr for å få det gjort. Jobben tar en times tid, og en mekaniker B er villig til å gjøre det for 400 kr. Dermed er det en potensiell gevinst ved å få jobben gjort på kr 100. Men dersom mekanikeren har en marginalsatt på 50%, vil han maksimalt kunne motta kr $(1 - 0.5) * 500 = 250$ kroner for jobben, og det vil være uinteressant for ham å ta oppdraget. Vi får da et effektivitetstap ved at A må reparere bilen sin selv, og antakelig bruker lenger tid enn den skolerte mekanikeren ville gjort.

Finansdepartementet anbefaler at man beregner 20 øre kostnad pr krone som skattefinansieres (FIN 2005), og dette ligger som standardverdi i *Effekt*. (Statens vegvesen 2008a)

Virkningen av et tiltak fordeles i Effekt i hovedsak på fire store sektorer: Brukerne (trafikanterne), operatørene (kollektivselskaper, bomselskaper), det offentlige (for eksempel Statens vegvesen, Samferdselsdepartementet) og samfunnet for øvrig (Minken, 2005)

3.3 Enhetspriser og parametere

Det ligger inne standardverdier for de fleste enhetspriser i *Effekt*. Som hovedregel anbefales det at standardverdier brukes, dersom ikke brukeren sitter på bedre data, f.eks. ved at geografiske forskjeller gjør en annen pris mer relevant. For eksempel kan prisen på regional luftforurensning være høyere i byområder enn på landsbygda (Statens vegvesen 2008a). Noen standardverdier kan ikke endres av brukeren, for eksempel tidskostnader, kjøretøykostnader og inflasjonsrater. Andre standardverdier som kan endres av brukeren er kalkulasjonsrente, skattetapsfaktor, pengemessig verdsetting av skadde og drepte i ulykker, og pengemessig verdsetting av miljøkonsekvenser i form av tonnpris på CO₂ og kg-pris på NO_x. Tidsavhengige driftskostnader på yrkestransport i form av lønn til sjåfør kan også endres (Statens vegvesen 2006).

Verdsetting av reisetid baserer seg på en større tidsverdiundersøkelse (Ramjerdi, 1997) omtalt i Statens vegvesen 2006). Ved tjenestereiser forutsettes at alternativ benyttelse er mer arbeid, så reisetiden verdsettes til gjennomsnittlig lønnskostnad, mens ved fritidsreiser og reiser til og fra arbeid er reisetiden verdsatt på bakgrunn av spørreundersøkelser om trafikantenes betalingsvillighet for å spare tid (Statens vegvesen 2006).

Tabell 3.1 viser en oversikt over tidsverdier, hentet fra Statens vegvesen, 2006, basert på Ramjerdi m fl, 1997.

Tabell 3.1 Tidsverdier

Reisehensikt	Lett bil (kr/person/time)	Tog (kr/person/time)	Buss (kr/person/time)	Fly (kr/person/time)
Tjenestereise	263	168	109	291
Til og fra arbeid	187	112	70	291
Fritid	131	77	68	252

3.4 Følsomhetsanalyse

Effekt har egen funksjonalitet for følsomhetsanalyse med hensyn på *trafikkgrunnlag* og *anleggskostnad*. Ved beregning kan man bestille rapporter hvor man kan legge inn prosentvise endringer i trafikkgrunnlag og/eller anleggskostnad, og så beregnes disse og sammenstilles med resultatene uten følsomhetsanalyse, for å vise effekten på resultatet av gitte endringer i grunnlagsdataene. (Statens vegvesen 2008a)

Vegvesenets Håndbok 140 anbefaler ikke å variere enhetskostnader som tidsverdi, ulykkeskostnader, kjøretøykostnader, støy, luftforurensning og ulempeskostnader i følsomhetsanalysen. Begrunnelsen for dette er at disse er omforente priser transportetatene imellom (Statens vegvesen 2006). (Min tilnærming til emnet er imidlertid mer overordnet, så disse hensynene har ikke nevneverdig betydning for denne analysen.)

3.5 Nyskapt trafikk

Som nevnt over må nyttesiden av nyskapt trafikk beregnes utenfor *Effekt*. Dette fordi det ikke ligger inne noen forutsetninger om reiseetterspørselsens elastisitet med hensyn på de nevnte *generaliserte kostnader*. Her refererer *Effekt*-veilederen (Statens vegvesen 2008a) til en beregningsmetodikk utviklet av Tore Knudsen (1995). Resultatene fra disse beregningene kan så legges inn i *Effekt* sammen med data for mengden og fremtidig trafikkvekst fra den nyskapte trafikken. *Effekt* beregner så de eksterne virkningene fra denne trafikken, altså miljøkostnader og ulykkeskostnader, før det hele blir sammenstilt og regnet om til nåverdi i sammenligningsåret (Statens vegvesen 2008a).

3.6 Virkninger for busstrafikk

Når det gjelder busstrafikk, kan brukeren velge mellom å behandle virkningene for denne på to måter:

1. Beregning på et grovt, overordnet nivå som såkalt *generell busstrafikk*, dvs at data for busstrafikk legges inn på samme måte som biltrafikk, og beregnes med faste standardverdier.
2. Detaljert beregning som såkalt *spesiell busstrafikk*, hvor brukeren kan variere størrelse på bussen, passasjerbelegg, andeler for reisehensikt, og avgangsfrekvens. *Effekt* kan også beregne virkningen av å bygge kollektivfelt, da gjøres beregningene for busstrafikken uten forsinkelse ved å stå i kø.

(Statens vegvesen 2008a)

Selv om man kan legge inn svært detaljerte data for busstrafikken, er det ingen funksjonalitet for å endre på disse i sammenligningen av forskjellige alternative prosjektutforminger. En kan for eksempel ikke beregne et alternativ hvor man legger vekt på vegbygging, og et annet alternativ hvor man ikke bygger ny veg, men søker å bygge ut busstilbudet, og få tatt hensyn til en eventuell overføring av personreiser fra bil til buss (Statens vegvesen 2008a).

Virkninger av slike tiltak må således beregnes utenfor *Effekt*.

Riksveg 36 (heretter RV 36) er hovedfartsåre for trafikk til Porsgrunn, Skien og øvre Telemark fra Sørlandske Hovedvei (E-18). Døgntrafikken på RV 36 gjennom Porsgrunn ligger i størrelsesorden 14 000 – 16 000. Tallene er hentet fra Nasjonal vegdatabank (NVDB). Trafikktall måles i ÅDT – Årsdøgntrafikk. Definisjonen på denne er trafikken i ett år delt på 365, slik at det er et gjennomsnittsmål for døgntrafikk målt over et år. ÅDT-tallet inkluderer total trafikk i begge retninger på den aktuelle strekningen. Vegstandard på eksisterende veg er to-felts veg (ett felt i hver retning), med vegbredde 7,34 – 7,46 m (NVDB).

Mitt prosjektområde definerer jeg med grensepunktene G1, G2 og G3, som vist på kartet med blå punkter. Krysset T12, markert med rødt punkt, er det nevnte kryss som utgjør knutepunktet mellom gjennomgangstrafikk på RV 36 og trafikk til og fra Porsgrunn sentrum (markert med rød ring). For å ha en geografisk tilknytning har jeg satt følgende navn på grensepunktene:

G1: RV 36 ved enden av Vipevegen. (Mot E-18 Oslo/Kristiansand)

G2: RV 36 ved Hovengasenteret. (Mot Skien Øst)

G3: Porsgrunn sentrum. (Sverresgate)

T12: Kryss Lilleelvgata/Hovenggata – Sverresgt.

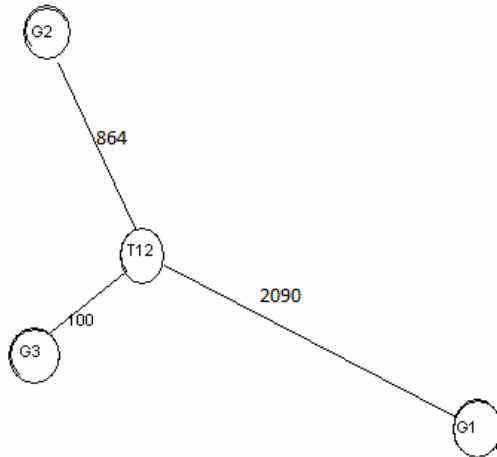
Krysset T12 er et noe komplisert kryss som er lysregulert, og det også er en jernbaneovergang involvert (rød ring i figur 3.2). Ved funksjonssvikt på trafikklysene er krysset forkjørsregulert, forkjørsvegen følger da riksvegen som er gul på figur 3.2. Jeg vil i denne analysen se bort fra problematikk knyttet til jernbaneovergangen.

Figur 4.2 Kart zoomet inn på aktuelt veikryss. Rød ring markerer aktuelt kryss.



For å gjøre prosjektet oversiktlig setter jeg opp følgende skisse over prosjektområdet, slik det vil bli behandlet i Effekt i figur 4.3.

figur 4.3 - Vegnett 0 (dagens vegnett). Tall langs veglenker er lengde i meter som er hentet fra nasjonal vegdatabank, (NVDB).



4.2 Forutsetninger og forenklinger som ligger til grunn for modellen:

Hele Porsgrunn sentrum behandles som én destinasjon, i grensepunktet G3. Det vil si at vegen *Floodeløkka* (blå ring i figur 4.2) utelates fra krysset T12, slik at krysset kun har tre armer og dermed behandles som et T-kryss.

Med kun ett indre knutepunkt i prosjektområdet, må jeg anta at all trafikk til og fra Porsgrunn sentrum går gjennom lenken G3-T12. I virkeligheten går noe del av denne trafikken over KV5630 (markert med grønt i figur 3.1).

Jeg antar at man må kjøre gjennom et av de tre grensepunktene for å komme ut og inn av prosjektområdet.

Trafikken på lenkene er likt fordelt i begge retninger, altså antar jeg hvis det er noen som kjører en lenke *til* jobben og en annen lenke *hjem* fra jobben, så jevner dette seg ut på totalnivå.

Trafikken innen prosjektområdet antas å vokse med vekstrater som angis i programmet (omtales senere), men er konstant alternativene imellom. Det betyr at trafikkvekst er eksogent gitt, og påvirkes ikke av prosjektvalg. Man kan imidlertid beregne nyskapt trafikk, dersom et prosjektoalternativ antas å medføre økt trafikk. I så fall gjøres dette i en separat beregning (se kapittel 3).

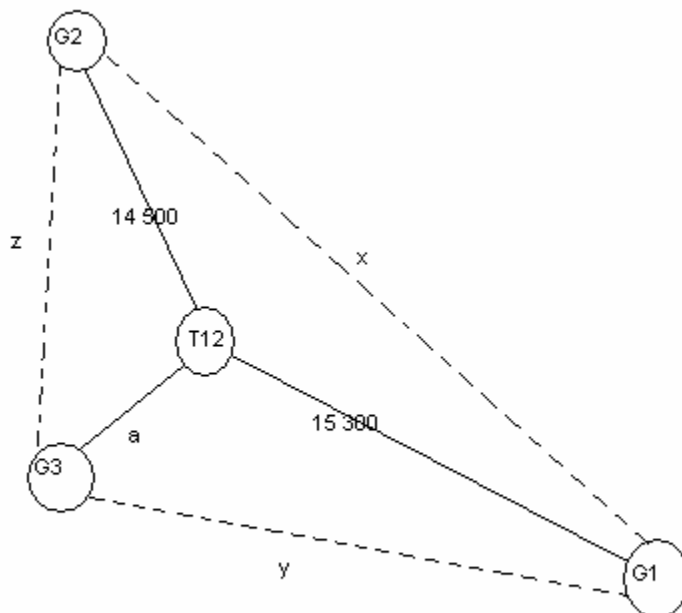
Miljøkonsekvenser i analysen vil utelukkende gjelde utslipp til luft bestående av regional luftforurensning målt i kg NO_x, og klimagassutslipp, målt i tonn CO₂-ekvivalenter. (Andre gasser som har klimaeffekt, regnes om til tilsvarende CO₂ utslipp ut fra sitt globale oppvarmingspotensial, se for eksempel UNEP (2009)). Jeg ser da bort fra støyforurensning og andre typer lokal forurensning.

Alle kroneverdier i denne masteroppgaven angis i 2009-priser, med mindre annet er angitt.

Jeg ser bort fra gang- og sykkeltrafikk i beregningene.

4.3 Trafikkgrunnlag

figur 4.4 - Vegnett 0 (dagens vegnett). Tallene langs veglenkene er ÅDT-verdier per 2008 hentet fra NVDB.



De stiplede linjene betegner trafikkstrømmer, dvs trafikken mellom to grensepunkter. Det er disse man skal legge inn i *Effekt*. (Statens vegvesen 2008a) Disse ligger imidlertid ikke eksplisitt i NVDB, så da må jeg enten bruke data fra spesifikke reisevaneundersøkelser, eller så kan jeg regne meg frem til trafikkstrømmene ut fra det jeg allerede vet og forutsetningene jeg har tatt, og det er dette jeg vil gjøre i dette eksempelet.

Jeg vet fra NVDB at det er ÅDT på 15300 kjøretøypasseringer på lenken G1-T12, og at det er ÅDT på 14500 på lenken G2-T12. Lenken G3-T12 har jeg ikke data på, fordi NVDB ikke dekker kommunale veger. Denne trafikken betegner jeg så foreløpig som "a".

I tillegg har jeg tre trafikkstrømmer som er ukjente. Jeg betegner dem slik:

G1 til og fra G2 = x

G1 til og fra G3 = y

G2 til og fra G3 = z

Hver av trafikklenkenes trafikk må fordele seg på to destinasjoner (jeg forutsetter at ingen trafikanter har destinasjon langs lenken, eller i knutepunktet T12).

Dermed må følgende sammenhenger holde på alle lenkene:

$$x + y = 15\,300$$

$$x + z = 14\,500$$

$$y + z = a$$

Jeg har nå et likningssett med 4 ukjente og 3 likninger. Det betyr at jeg ikke har en entydig løsning, med mindre jeg kan bestemme en av de ukjente. Imidlertid har det vært gjort en utredning av Statens vegvesen i 2007 med tanke på bompengefinansiering av nytt transportsystem i Grenland, hvor trafikkgrunnlaget tilsier at ca 2/3 av trafikken som kommer inn over G1 har destinasjon i G2, dvs. nord for Hovengasenteret, retning Skien (Statens vegvesen, 2007). Basert på dette tar jeg en forutsetning om en trafikkmengde på 10 200 i

trafikkstrøm x (G1 til og fra G2). Setter jeg dette tallet inn i likning (1), får jeg at trafikkstrøm $y = 15300 - 10200 = 5100$.

Videre setter jeg inn for y i likning (3) og får et uttrykk for z ; $z = a - 5100$.

z settes inn i likning (2), hvor vi allerede vet x : $10200 + (a - 5100) = 14500$,

$$a = 14500 - 10200 + 2800 = 9400$$

$$z = 9400 - 5100 = 4300$$

Dette er da trafikkdataene som er basisen for nyttekostnadsberegningen i *Effekt*.

$$x = 10200$$

$$y = 5100$$

$$z = 4300$$

Disse fordeles 83 % på lette kjøretøy (personbil), og 17 % tunge kjøretøy. Denne fordelingen er en antagelse jeg har tatt, men som er basert på *Trafikkundersøkelse Grenland* (Norconsult 2008).

Fartsgrenser på lenkene er reelle fartsgrenser lastet direkte inn i *Effekt* fra nasjonal vegdatabank (NVDB). Fartsgrensen i vegnettet varierer mellom 40 km/t og 70 km/t, dog med 40 og 50 på mesteparten av vegnettet (NVDB).

4.4 Bussruter

Bussrutene i analysen er hentet direkte fra rutetabellene til Nettbuss Grenland (www.metrobuss.no)

Tabell 4.4.1 – Bussruter i Vegnett 0

Rute nr	Navn	Kjørerute	Gj.snittlig passasjerbelegg	Avganger pr år
M1	Skien-Porsgrunn-Langesund	G2-T12-G3	12	22 437
M2	Skien-Porsgrunn-Eidanger	G2-T12-G1	12	16 854

Antall avganger pr år er virkelige data, hentet fra rutetabellen. Gjennomsnittlig passasjerbelegg er standarddata som ligger inne i *Effekt*, basert på antagelse om lokalisering. Et gjennomsnittlig passasjerbelegg på 12 korresponderer til by med mellom 20 000 og 50 000 innbyggere. Porsgrunn er en liten bykommune med omtrent 35 000 innbyggere (www.ssb.no), så denne antagelsen synes å være realistisk.

Hvis jeg imidlertid regner sammen alle personreiser, og ser på andelen som reiser kollektivt (med buss), får jeg en kollektivandel på 9,7 %. (Se vedlegg 1, Trafikksammensetning). Selv om dette er lavt i forhold til gjennomsnittet i region sør (Buskerud, Telemark, Vestfold og Agderfylkene) totalt som er 12 % av andel personreiser, oppgis kollektivandelen å være 8 % i rapporten fra konseptvalgutredningen for Grenland (Statens vegvesen 2010). Ettersom gjennomsnittlig bussbelegg kan overstyres, velger jeg å sette bussbelegg til **10** for at antall kollektivreisende skal være i tråd med funn som er gjort i KVVU-arbeidet (Statens vegvesen 2010). (Se også utregning av kollektivandel i vedlegg 1, Trafikksammensetning).

4.5 Utbyggingsplaner

Ettersom mitt mål er å analysere hvordan miljøkonsekvenser slår ut i beregningene, vil jeg betrakte to alternative utbyggingsprosjekter, hvor jeg på forhånd tror at miljøsidene vil påvirke resultatet på ulik måte. Bakgrunnen for nettopp dette med ulik måte er at jeg ønsker å belyse i hvilken ulik verdsetting av luftutslipp vil kunne endre rangeringen av to prosjekter der det ene i større grad reduserer utslipp mens det andre først og fremst fører til tidsbesparelser.

De to alternative utbyggingsprosjektene er V1 – Ny riksveg 36 mellom grensepunktene G1 og G2, og V2 – Kollektivfelt i begge retninger på alle lenker i eksisterende vegnett.

4.5.1 V1: Ny riksveg 36 mellom grensepunktene G1 og G2.

Jeg betrakter en ny strekning på RV 36 hvor 1981 m er beregnet som 4-felts vei (med midtdeler) i rett strekk fra en ny rundkjøring i G1 til ny rundkjøring på eksisterende fylkesvei 32. Resten av strekningen beregnes som utvidelse til 4-felt i ca 750 m på fylkesvei 32 til G2 (se markering i grønt i figur 4.5). Jeg forutsetter en fartsgrense på 80 km/t på den nye

vegstrekingen. Den delen av utbyggingsplanen som baserer seg på ny veg ligger tett opptil vegtrase foreslått i *Infrastrukturplan Grenland* (Statens vegvesen 2007), men som det ble lagt inn innsigelse mot av hensyn til jordvern. Innsigelsen ble opprettholdt av Miljøverndepartementet (Statens vegvesen 2010).

Dette prosjekalternativet har jeg kostnadsberegnet til 335 millioner 2008-kroner, på basis av tall fra erfaringstall fra Statens vegvesen (omtales nedenfor). Anleggsperiode antatt å være to år, og ferdigstilles i 2014. (Anleggsperiode og åpningsår er tilfeldig valgt). I analysen er *sammenligningsår* satt til åpningsåret 2014, det vil si at alle resultater i analysen er diskontert til året 2014, altså jeg betrakter *nåverdier* i 2014, målt i 2009-priser.

4.5.2 V2: Kollektivfelt i begge retninger på alle lenker i eksisterende vegnett.

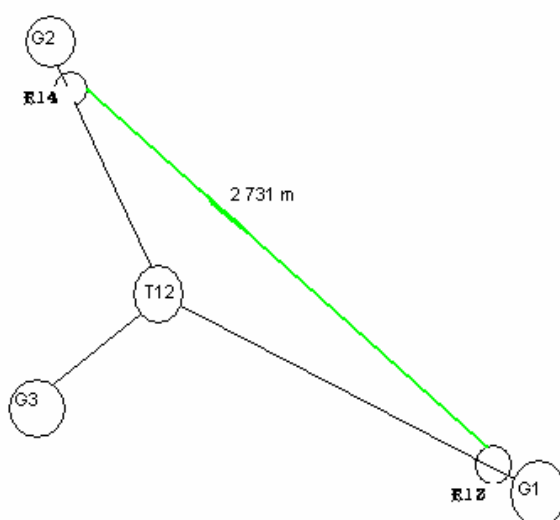
Dette prosjekalternativet har jeg kostnadsberegnet til 293,78 millioner 2008-kroner, anleggsperiode antatt å være to år, og ferdigstilles i 2014. (Anleggsperiode og åpningsår er tilfeldig valgt).

For dette alternativet antar jeg også at det går med kostnader til utbedring av kryss T12 med tanke på fremkommelighet for buss. Denne kostnaden er inkludert i de nevnte 293,78 millioner kroner.

For detaljert beregning av kostnadsoverslaget, se vedlegg 2, Kostnadsoverslag utbyggingsprosjekter. Priser i overslaget er hentet fra arbeidsdokument til KVVU Grenland, og er basert på erfaringstall fra Plan og Bygningsavdelingen Telemark Distriktsvegkontor (Statens vegvesen 2010).

The map illustrates the proposed tram network in Porsgrunn, Norway. The main line is shown in purple, with branches in blue and a new line in green. A red circle highlights a specific area in the center of the map. The map includes various streets, landmarks, and a red circle highlighting a specific area. The tram lines are color-coded: purple for the main line, blue for branches, and green for a new line. Key locations labeled include Vestside, Kjølnes, Soli, Sletten, and Myrane. The map also shows existing bus routes and stops.

Figur 4.6 – Skjema over alternativ V1



27

av hvert grensepunkt. Lenkene G1-R13 og G2-R14 anses som dummy-lenker med lengde 0, og hele lengden på den nye vegen, markert med grønt, ligger på lenken R13-R14.

Rundkjøring hvor ny RV 36 møter eksisterende fylkesveg 32, (som markert i figur 3.5), ses bort ifra (men prisen for å bygge den er tatt med i kostnadsberegningen). Jeg antar da at trafikk på FV 32 er lokaltrafikk innen prosjektområdet, og slik trafikk har jeg fra før av sett bort fra.

Alternativ V2 er på skjemanivå identisk med vegnett 0, men da med kollektivfelt på alle lenker.

4.6 Forutsetninger om enhetspriser

Jeg velger i analysen å bruke enhetspriser og generelle data som ligger som standarddata inne i Effekt. Hvis jeg pga analysen går bort fra dette vil det bli spesifisert. Oversikt over enhetsprisene er gitt i vedlegg 3, Økonomidata og generelle data, og omfatter enhetspris for drepte og skadde, tidsavhengige driftskostnader på tunge kjøretøy, enhetspris på luftutslipp og støy, skattetapsfaktor, kalkulasjonsrente, og gjennomsnittlig trafikkutvikling. (vedlegg 3, Økonomidata og generelle data).

Tallene i analysen er i 1000 kr i 2009-priser. Gitt anleggskostnad er oppgitt i 2008-kroner, men i selve beregningen er alle tall omregnet til 2009-priser, og diskontert til sammenlikningsåret som er identisk med åpningsåret 2014. Det vil si at *Netto nytte*, slik den fremkommer i *Effekt*-beregningen, er netto nåverdi av alle prissatte virkninger per 2014.

5 Beregningsresultater

Her vil jeg presentere resultatene fra beregningene jeg har gjort i *Effekt* i forbindelse med dette prosjektet.

Jeg har i første omgang kjørt to beregninger i *Effekt*, en for hver av utbyggingsplanene nevnt i kapittel 4.5. Formålet med dette er å se på forskjellen i de prissatte virkningene i de to alternativene, og belyse hvordan virkninger på luftforurensning virker inn på regnestykket.

Analyseperioden er satt til 25 år, og levetid på investeringer er satt til 40. Det er bakgrunnen for restverdier på anlegg som står oppført i nyttekostnadsberegningen. (Se også vedlegg 3 om enhetspriser og standardverdier etc.)

Det er standard enhetspriser, og trafikktall som nevnt i kapittel 4 som ligger til grunn for beregningene.

5.1 Utbyggingsplan V1

Tabell 4.1 viser en nyttekostnadsberegning gjort i *Effekt* for alternativ 1, bygging av ny RV 36 mellom grensepunktene G1 og G2.

Tabell 5.1 – *Effekt*-resultater alternativ V1

UTBYGGINGSPLAN		1 Ny Riksveg 36 Vallermyrene - Hovenga						
Vegnett		Gitt anleggskostnad	Prisnivå	åpningsår	Anleggsperiode	Anleggskostnad (1000 kr)	Restverdi	
V1	NY RV 36 Vallermyrene-Hc	335 000	2008	2014	2,0	348 735	130 776	
		Sum, ikke diskontert (inkl mva)				348 735	130 776	
		Sum, diskontert (inkl mva)				364 516	43 513	
		Sum, diskontert (ekskl mva)				343 883	41 050	
		KOSTNADER I PERIODEN 2014-2038				(1000 kr diskontert)		
Aktører	Komponenter					Planlagt	Alternativ 0	Endring
Trafikanter og transportbrukere	Kjøretøykostnader					-408 171	-923 044	514 873
	Direkteutgifter					-32 422	-37 331	4 909
						-644 557	-1 543 570	899 013
	SUM					-1 085 150	-2 503 945	1 418 796
Det offentlige	Investeringer					-343 883		-343 883
	Drift og vedlikehold					-36 840	-18 774	-18 066
	Overføringer					-20 013	-23 044	3 030
	Skatte- og avgiftsinntekter					90 506	211 221	-120 715
	SUM					-310 230	169 404	-479 634
Samfunnet forøvrig	Ulykker					-167 963	-312 897	144 934
	Støy og luftforurensning					-13 204	-31 440	18 237
	Restverdi					41 050		41 050
	Skattekostnad					-62 046	33 881	-95 927
	SUM					-202 163	-310 457	108 294
SUM						-1 597 543	-2 644 999	1 047 456
Netto nytte	NN =	1 047 456	Netto nytte pr budsjettkrone		NNB =	2,18	Budsjettkostnad	-479 634
							Første års forrentning	22,53 %

Som nevnt i kapittel 3, fordeler *Effekt* virkningene på fire store sektorer. Av disse vises 3 i tabellen, *Trafikanter og transportbrukere*, *Det offentlige*, og *Samfunnet forøvrig*. Den siste blokken, *Operatører* (busselskap), har jeg utelatt for oversiktlighetens skyld, ettersom de i modellen antas å få en fast andel av sine inntekter fra billetter, og resten subsidiert av det offentlige. Dermed kommer operatørene ut med 0 i nettoeffekt (se vedlegg 4, Utskrifter fra *Effekt*), mens effekten på kollektivtransport kommer som endring to steder: Overføring fra det

offentlige, og direkteutgifter for transportbrukere. (Her er dette ensbetydende med utgifter til bussbilletter, fordi vi ikke har med bompenger eller fergebilletter i analysen).

I tabellen er kostnader oppgitt med negativt fortegn, og det er differansen mellom kolonnen *Planlagt* og kolonnen *Alternativ 0* som utgjør den samfunnsøkonomiske virkningen av å gjennomføre alternativ V1.

Tabellen viser en beregnet netto nytte på 1,047 mrd kroner. Netto nytte pr budsjettkrone er 2,18. Denne analysen viser da en betydelig samfunnsøkonomisk gevinst ved å gjennomføre prosjektet.

Det som bidrar til gevinsten er hovedsakelig reduksjon i kjøretøykostnader, tidskostnader og ulykkeskostnader; til sammen over 1,5 mrd kroner. Reduksjon i luftforurensning bidrar også i positiv retning, men kun i overkant av 18 mill kroner, så relativt lite av nyttegevinsten kommer fra reduksjon av CO₂ og NO_x.

Den største enkeltposten er reduksjon av tidskostnader, som utgjør 0,9 mrd kroner alene. I dette tilfellet drar alle de viktige kostnadskomponentene i positiv retning, med unntak av kostnader knyttet til selve investeringen. Dette synes ikke overraskende, all den tid jeg ser på et veiprosjekt som innebærer både kortere kjørevei, høyere fartsgrense, og høyere vegstandard (se kapittel 4.5). Man kunne alternativt tenke seg en ringveg som fører til tidsbesparelse pga høyere hastighet, men høyere drivstoffutgifter og mer utslipp fordi bilene da ville kjøre en lengre strekning.

De negative effektene i dette alternativet knytter seg i all hovedsak til selve investeringen, og finansieringen av denne, samt økte vedlikeholdskostnader som følge av den nye vegen.

Det offentlige får 120,7 mill. kroner i tap av skatter og avgifter som direkte følge av de reduserte drivstoffutgiftene hos trafikantene.

5.2 Utbyggingsplan V2

Tabell 5.2 – *Effekt*-resultater alternativ V2

UTBYGGINGSPLAN		2 Nye kollektivfelt på alle lenker - ingen ny veg					
Vegnett		Gitt anleggskostnad	Prisnivå	Åpningsår	Anleggsperiode	Anleggskostnad (1000 kr)	Restverdi
V2	Kollektivutbygging	293 780	2008	2014	2,0	305 825	114 684
			Sum, ikke diskontert (inkl mva)			305 825	114 684
			Sum, diskontert (inkl mva)			319 665	38 159
			Sum, diskontert (ekskl mva)			301 570	35 999
KOSTNADER I PERIODEN 2014-2038						(1000 kr diskontert)	
Aktører	Komponenter				Planlagt	Alternativ 0	Endring
Trafikanter og	Kjøretøykostnader				-923 044	-923 044	0
	Direkteutgifter				-36 547	-37 331	784
	Tidskostnader				-1 541 853	-1 543 570	1 717
	SUM				-2 501 444	-2 503 945	2 501
Det offentlige	Investeringer				-301 570		-301 570
	Drift og vedlikehold				-18 774	-18 774	0
	Overføringer				-22 560	-23 044	484
	Skatte- og avgiftsinntekter				211 294	211 221	73
	SUM				-131 610	169 404	-301 014
Samfunnet forøvrig	Ulykker				-312 897	-312 897	0
	Støy og luftforurensning				-31 440	-31 440	0
	Restverdi				35 999		35 999
	Skattekostnad				-26 322	33 881	-60 203
	SUM				-334 661	-310 457	-24 204
SUM					-2 967 715	-2 644 999	-322 716
Netto nytte	NN =	-322 716	Netto nytte pr budsjettkrone	NNB =	-1,07	Budsjettkostnad	-301 014
						Første års forrentning	0,1 %

Tabell 5.2 viser beregningen for alternativ 2, bygging av 2-sidig kollektivfelt på alle lenkene i vegnettet. *Effekt* beregner virkningen for den trafikken som ligger inne fra 0-alternativet, og det ligger ikke inne noen funksjon for overføring av trafikk fra personbiler til buss. Dette behandler jeg i avsnitt 5.3 ved hjelp av manuelle beregninger. For øyeblikket antar jeg simpelthen at det kun bygges kollektivfelt, men ikke innføres noen restriktive tiltak på biltrafikken.

I beregningen for alternativ 2 får vi en negativ netto nytte på 322,7 mill kroner. Altså er den negative nettoeffekten større enn selve investeringsbeløpet. En viktig grunn til dette er antagelsen om at investeringen er skattefinansiert (antas automatisk i *Effekt* når man ikke eksplisitt legger inn brukerbetaling, eller annen alternativ finansiering (Statens vegvesen 2008a)). Kostnaden ved skattefinansiering beløper seg til 60,2 mill. kroner, og overstiger alene de positive virkningene av utbyggingsplanen.

De positive virkningene av dette utbyggingsalternativet virker forsvinnende små. Den største effekten er *restverdien* som er beregnet som investeringsverdien minus avskrivninger i analyseperioden. Restverdien er her kun et resultat av at analyseperioden er kortere enn antatt levetid på investeringen.

Ellers er alle nytteeffektene i dette alternativet knyttet til kollektivtrafikken, i form av noe redusert reisetid og reduserte kjøretøystkostnader på buss. Den kronemessige besparelsen er imidlertid kun 2,9 mill, fordelt på reduserte tidskostnader, reduserte billettutgifter for brukerne, og reduserte subsidier for det offentlige.

Prosjektet får ingen effekt på luftforurensning. Grunnen til dette er at trafikken er den samme som i 0-alternativet, og busstrafikken får ingen reduksjon i kjørelengde, kun reduksjon i reisetid. Jeg registrerer at eventuell redusert tomgangskjøring for bussene ikke får noen effekt på luftforurensningene, og tolker det som enten at virkingen er så liten at den ikke får utslag, eller at tomgangskjøring ikke er tatt høyde for i det hele tatt.

5.3 Utbyggingsplan V3 – Kollektivfelt og restriksjoner på biltrafikk

I forrige avsnitt viste beregningen en veldig lav nyttegevinst av å bygge kollektivfelt på eksisterende lenker, og prosjektet hadde heller ingen virkning på luftforurensning. Imidlertid ligger det ingen forutsetninger om økt kollektivbruk eller redusert bilbruk i denne beregningen, så det er de samme bilene og bussene som kjører de samme strekningene som i basisalternativet. Gevinsten kommer som følge av at bussene kommer seg litt fortere fram enn de ellers ville gjort, slik at tidskostnadene går ned.

I Konseptvalgutredningen for Grenland utredes det et kollektivkonsept, det vil si et overordnet prosjektalternativ hvor hovedfokus er å bedre kollektivtilbudet og

kollektivtrafikkens infrastruktur, fremfor å bygge ut vegnettet. I dette konseptet antas det en økning i kollektivandel fra ca 8 % til 11 %, målt i andel personreiser (Statens vegvesen, 2010). (I mine tall har jeg trukket ut gang- og sykkeltrafikk, siden jeg tidligere har valgt å se bort fra dette).

Jeg vil nå beregne nyttekostnadsanalysen på nytt, denne gang med en overføring av personreiser fra bil til buss for å oppnå kollektivandelen på 11 %. Jeg forutsetter at dette oppnås ved restriktive tiltak på biltrafikken, men der restriksjonene ikke får følger for selve beregningen av den biltrafikken som fortsatt vil være på lenkene. F.eks. ville redusert fartsgrense kunne påvirke tidsverdiene, så jeg antar restriksjoner som ikke får slike konsekvenser. Restriksjoner på antall parkeringsplasser i sentrum kan være et slikt tiltak.

Jeg forutsetter en økning i bussbelegg fra 10 til 13 passasjerer i gjennomsnitt per buss. For at kollektivandelen skal bli 11 %, og totalt antall personreiser samtidig skal holde seg konstant, har jeg regnet ut at antall bussavganger må øke med ca 2,7 %, og at personbiltrafikken må gå ned ca 2,7 %, og at personbiltrafikken må gå ned ca 3 %. (At totalt antall personreiser holder seg konstant, følger av forutsetningen om at prosjekteralternativene ikke genererer *nyskapt trafikk*. Se også beregning i vedlegg 1, Trafikksammensetning)

Beregningen av kollektivandel kan kort forklares slik:

$$\text{Kollektivandel} = (\text{Busstrafikk} \times \text{bussbelegg}) / (\text{Total persontrafikk})$$

$$\text{Total persontrafikk} = \text{Busstrafikk} \times \text{bussbelegg} + \text{Biltrafikk} \times \text{bilbelegg}$$

Når jeg så forutsetter at bussbelegget er 13, at bilbelegg og total persontrafikk er konstant, og setter inn for at **Biltrafikk x bilbelegg = Total persontrafikk – Busstrafikk x bussbelegg**, kan jeg entydig bestemme den busstrafikken som gir 11 % kollektivandel. (Se også beregning i vedlegg 1, Trafikksammensetning)

Jeg fordeler endringene proporsjonalt på de forskjellige veglenkene og bussrutene, og får dermed følgende nye trafikkstrømmer som legges inn i *Effekt*. (Tallene er årsdøgnstrafikk begge retninger for personbil. Tunge kjøretøy får ingen endring, ettersom jeg kun ser på overføring av persontrafikk.)

Tabell 5.3.1 Trafikkstrømmer i V3

Trafikkstrøm	Trafikkmengde (ÅDT)
G1 - G2	8212
G1 - G3	4107
G2 - G3	3460

Tabell 5.3.2 Bussruter i V3

Rute nr	Navn	Kjørerute	Passasjerbelegg	Avganger pr år
M1	Skien-Porsgrunn-Langesund	G2-T12-G3	13	23 048
M2	Skien-Porsgrunn-Eidanger	G2-T12-G1	13	17 315
P5	Menstadbrua-Porsgrunn-Stathelle	G2-T12-G3	13	4 167

Jeg legger nå inn en økning i antall bussavganger i analyseperioden, som er lik den prosentvise økningen i biltrafikk, slik at kollektivandelen holder seg jevn over tid. Imidlertid virker det urealistisk at bussen øker antall avganger hvert år, så jeg har regulert antall avganger hvert 5 år (se vedlegg 5, Spesiell busstrafikk V3).

Tabell 5.3.3 viser beregningen med de nevnte modifikasjoner. Ettersom *Effekt* ikke har noen innebygget funksjon for å overføre trafikk mellom transportmidler, har jeg beregnet hele analysen på nytt, slik at jeg i *Effekt*-utskriftene nå får et nytt 0-alternativ hvor overføringen av trafikk er tatt med. Det er imidlertid det opprinnelige 0-alternativet *før overføringen* som er mitt reelle sammenlikningsgrunnlag, så det er endringen i forhold til dette som er virkningen av utbyggingsplan V3. På grunn av dette har jeg måttet regne ut den siste differansen manuelt i regnearket.

Tabell 5.3.3 Utbyggingsplan V3 – Kollektivfelt på alle lenker, med trafikkoverføring.

		KOSTNADER I PERIODEN 2014-2038 (1000 kr diskontert)		
Aktører	Komponenter	Planlagt	Opprinnelig Alternativ 0	Endring med kollektivfelt
Trafikanter og transportbrukere	Kjøretøykostnader	-903 642	-923 044	19 402
	Direkteutgifter	-43 476	-37 331	-6 145
	Tidskostnader	-1 538 252	-1 543 570	5 318
	SUM	-2 485 370	-2 503 945	18 575
Det offentlige	Investeringer	-301 570		-301 570
	Drift og vedlikehold	-18 639	-18 774	134
	Overføringer	-26 837	-23 044	-3 793
	Skatte- og avgiftsinntekter	206 505	211 221	-4 717
	SUM	-140 542	169 404	-309946
Samfunnet forøvrig	Ulykker	-305 810	-312 897	7 087
	Støy og luftforurensning	-31 121	-31 440	319
	Restverdi	35 999		35 999
	Skattekostnad	-28 108	33 881	-61 989
	SUM	-329 041	-310 457	-18 584
SUM		-2 954 953	-2 644 999	-309 955
		Netto nytte		-309 955
		Budsjettkostnad		-309 946
		Netto nytte pr budsjettkrone		-1,00

Tabellen viser nå en negativ netto nytteeffekt på ca 310 mill kroner, noe lavere negativ netto nytte enn i alternativ V2.

Det store spørsmålet er nå hvordan miljøsidene virker inn, og tabellen viser en miljøgevinst på 319 000 kroner ved å øke kollektivandelen som nevnt. Hvis jeg sammenligner med miljøgevinsten jeg fikk i alternativ V1, som var over 18,2 millioner kroner, virker effekten svært liten. Det kan virke paradoksalt at kollektivprosjektene V2 og V3 kommer mye dårligere ut enn det rene vegbyggingsprosjektet V1. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 7, men en enkel forklaring er at i V1 kortes reisevegen betraktelig ned, og i V3 hviler beregningene på forutsetninger om hvor mye trafikk som overføres fra biltrafikk til busstrafikk. I V2 er det ingen overføring av trafikk, og dermed ingen miljøeffekt.

Tidligere i oppgaven tok jeg fram kollektivalternativet som et ”miljøalternativ” i forhold til alternativ V1 som er et rent veibyggingssprosjekt. Ettersom miljøregnskapet isolert sett kommer dårligere ut i V3 enn i V1, både i pengemessige verdier og i fysiske størrelser (se

Enhetsresultater i vedlegg 4, Utskrifter fra *Effekt*) synes det å være en lite fruktbar tilnærming å skulle se på om en endring i enhetspriser på luftforurensning ville bedre bussprosjektets *relative* posisjon i nyttekostnadsberegningen. Jo høyere pris jeg setter på utslippene, jo bedre vil alternativ V1 komme ut i denne sammenligningen.

Snarere vil jeg på om virkninger knyttet til luftutslipp tas hensyn til i tilstrekkelig grad i analysen som sådan. Den tekniske beregningen av hvor mange tonn CO₂-ekvivalenter som slippes ut av forskjellige typer kjøretøy og lignende, ligger utenfor denne oppgavens ambisjon, så jeg vil konsentrere den videre diskusjonen på den økonomiske verdsettingen av disse utslippene.

I neste kapittel vil jeg diskutere hva som ligger til grunn for prisene på luftutslipp, forsøke å svare på om prisene som ligger inne i *Effekt* er fornuftige på kort sikt, og videre diskutere problemstillinger knyttet til utviklingen på disse prisene på lengre sikt. Dette betyr at jeg videre i oppgaven ikke ser på prosjektoalternativenes *relative posisjon* i nyttekostnadsbetraktningen, men om virkninger på luftforurensning *generelt* blir tilstrekkelig ivare tatt i analysen. Spørsmålet reiser seg på grunn av generell oppfatning av luftutslipp sjeldent får noen særlig vekt i nyttekostnadsberegningene (se kapittel 1). Selv om en annen verdsetting av luftutslipp ikke vil påvirke rangeringen av prosjektene i mitt eksempel, kan det tenkes at prosjekter som har miljøgevinst ikke blir regnet som samfunnsøkonomisk lønnsomme nettopp på grunn av en for lav verdsetting av miljøgoder. I kapittel 6 vil jeg se nærmere på dette.

6 OM ENHETSPRISER OG DISKONTERING

6.1 Hva ligger til grunn for enhetsprisene på luftforurensning?

Prisen på CO₂-utslipp er i Effekt satt til 210 kr pr tonn CO₂-ekvivalenter, målt i 2005-priser (Statens vegvesen, 2006). Ved klimagassutslipp snakker vi gjerne om CO₂-ekvivalenter, det vil si at andre klimagasser er regnet om til tonn CO₂, ut fra deres globale oppvarmingspotensial. Ved vegtrafikk er CO₂-ekvivalenter nesten ensbetydende med CO₂ (Fredriksen, 2008).

Prisen på kr 210 stammer fra SFT's rapport "Marginale miljøkostnader ved luftforurensning" (SFT, 2005).

Når det gjelder luftforurensning *generelt* er det to alternative tenkemåter som er lagt til grunn, og som da gjerne er brukt som øvre og nedre estimater for prisene (SFT, 2005):

Skadekostnader er de prissatte konsekvensene forurensningen har på helse, bygninger, biler og materiell. Denne ulempen har i mange tilfeller en høyere pris enn *tiltakskostnaden*, som er en verdsetting basert på hva det koster å redusere utslipp i henhold til et politisk definert mål (SFT, 2005).

Når det gjelder klimagassutslipp er det svært vanskelig å tallfeste skadekostnaden, ettersom CO₂-utslipp ikke har direkte effekter på helse og (lokal)miljø, men får effekt pga det globale oppvarmingspotensialet. Det er blitt gjort forsøk på å verdsette skadene av klimaendringer (se for eksempel IPCC, 1995), men disse er blitt kritisert bl.a. fordi fremtidige generasjoners betalingsvillighet ikke har blitt hensyntatt (SFT, 2005).

Istedet synes det naturlig å forholde seg til Norges forpliktelse i henhold til Kyoto-protokollen, som sier at vi skal holde oss innenfor 1 % økning av CO₂-utslipp i forhold til 1990-nivå i perioden 2008-2010. Ifølge gjeldende referansebane, innebærer det en reduksjon av ca 12 mill tonn CO₂-ekvivalenter årlig i forhold til forventet 2010-nivå (St. melding nr 54, 2000-2001).

I Nasjonal transportplan 2010-2019 står det at regjeringens mål er at eksisterende og nye virkemidler i transportsektoren skal utløse en reduksjon i klimagassutslippene med mellom 2,5 og 4 mill tonn CO₂-ekv i forhold til SFT's referansebane i 2020 (St. melding 16, 2008-2009).

Internasjonalt ligger kvoteprisen på ca. 123 kr pr tonn CO₂-ekv. pr 10 mars 2009 (UNEP, 2009) mens SFT's tiltaksanalyse anslår en marginalkostnad på 200-300 2004-kr pr tonn dersom halvparten av utslippsreduksjonene skal tas innenlands (SFT 2005). Utslippsprisen som legges til grunn for nyttekostnadsanalyse i samferdselssektoren er 210 kr målt i 2005-priser, og er basert på SFT analyse av tiltakskostnader. Prisen er da konsistent med SFT's analyse. Imidlertid tas det i *Effekt* ikke hensyn til endringer i priser over tid. Av flere grunner kan det antas at utslippspriser vil øke over tid. Dette vil jeg diskutere i avsnitt 6.3.

Regional luftforurensning

For å følge Effekts terminologi, lar jeg regional luftforurensning nå være synonymt med utslipp av nitroser gasser, NO_x. Verdsettingen følger stort sett samme logikk som ved CO₂, men i dette tilfellet har man større mulighet til å måle *skadekostnader*. Likevel er det tiltakskostnaden ved å oppfylle Gøteborgprotokollen som ligger til grunn for prisen som er satt i Effekt. (Gøteborgprotokollen krever at Norge reduserer sine NO_x-utslipp ned til 156 000 tonn pr år innen 2010 (SFT, 2005)). Denne prisen er av SFT satt som nedre estimat, mens øvre estimat (skadekostnader i form av helseskader, materialskader etc) varierer veldig fra region til region: ca 120 kr pr kg i Trondheim, 49 kr i Drammen, og i mange regioner ikke oppgitt. (SFT, 2005). Prisen i Effekt er satt til 26 2005-kroner pr kg NO_x (Statens vegvesen 2008a).

Tatt i betraktning SFT's tiltaksanalyse (SFT, 2005) virker prisene på luftforurensning fornuftig på kort sikt, siden de ligger innenfor de intervaller som SFT angir som marginalkostnad for å oppfylle de bestemte utslippsmålene. Jeg ønsker imidlertid å stille spørsmål ved det at realpriser er antatt å være konstante over tid. I vårt tilfelle betyr det at prisen på miljøgoder ikke endrer seg relativt til andre goder over tid, men følger samme prisutvikling som resten av samfunnet.

I diskusjoner om miljø og nyttekostnadsanalyse kommer det fra tid til annen fram argumenter om at måten vi diskonterer fremtidige virkninger på gjør at noen virkninger, og da spesielt

miljøvirkninger, blir undervurdert i nyttekostnadsanalyse generelt. Jeg vil nå se nærmere på dette i neste avsnitt, før jeg fortsetter diskusjonen om prissetting.

6.2 Om diskontering i nyttekostnadsanalysen.

Nåverdimetoden, hvor vi diskonterer fremtidige virkninger med fastsatt diskonteringsrente medfører at virkninger som kommer langt fram i tid får liten betydning i nyttekostnadsberegningen i forhold som kommer tidligere i analyseperioden (NOU 2009:16) Hvilken kalkulasjonsrente som brukes har da betydning for utfallet av nyttekostnadsanalysen, spesielt for langsiktige prosjekter.

Renten som ligger som standard i *Effekt* er 4.5 %. Denne er ifølge Statens vegvesen (2006) satt i henhold til retningslinjer fra Samferdselsdepartementet, og gjelder for alle typer tiltak innen transportsektoren (Statens vegvesen 2006). Renten er sammensatt av en risikofri rente på 2 %, og et risikotillegg på 2,5 %. For en detaljert innføring i konseptet med risikotillegg, se f.eks Bøhren & Michalsen (1994). Enkelt sagt kan man si at hvis man får 2 % rente i banken (risikofri), og i stedet kan velge å investere pengene i aksjer (som innebærer usikkerhet), vil man normalt kreve en høyere forventet avkastning enn i banken. Dette baserer seg på en forutsetning om at man er risikoavers, noe som betyr at man vil unngå risiko, med mindre man får tilstrekkelig betalt for det (Bøhren & Michalsen, 1994). Logikken er at med lik forventet avkastning ville man velge banken, siden det er det sikre alternativet. Hvor stort risikotillegg man vil kreve for å investere i aksjer istedet, vil avhenge av hvor risikoavers man er (se f.eks. Varian (1992) ang konstant og relativ risikoaversjon).

Den risikofrie delen av kalkulasjonsrenten er motivert i hovedsak av tre ting: (Dette avsnitts referanse er NOU 2009:16, hvis annet ikke er oppgitt).

- Utålmodighet. Omtalt i litteraturen som *tidspreferanse*. Handler om hvorvidt folk heller vil ha nytte i dag, enn nytte en gang i fremtiden. Også omtalt som perspektivforkortning (man nedprioriterer fremtidige generasjoner, man vil jo ikke møte dem uansett).
- Forventning om fremtidig økonomisk vekst, og folks villighet til å substituere forbruk over tid. Logikken her er en tanke om at hvis vi kan forvente en økning i konsum i fremtiden, og med en forutsetning om at nyttefunksjonen er stigende og konkav i

- Alternativkostnad. Hvis man har 100 kroner i dag eller kan få 100 om et år, har man mulighet til å sette pengene i banken og motta mer enn 100 kroner om ett år. Denne gevinsten blir da det (risikofrie) avkastningskravet dersom man vurderer å investere pengene i alternative prosjekter.

En del miljørelaterte prosjekter kan ha nyttevirksomheter som ligger langt ut i tid. Det finnes argumenter for at man i nyttekostnadsanalyse undervurderer virkninger som ligger langt fram i tid når disse blir diskontert til en relativt høy rente (NOU 2009:16). Argumenter for lavere kalkulasjonsrente for svært langsiktige prosjekter kan deles i to grupper:

- Usikkerhet om hvorvidt en tar hensyn til senere generasjoner i tilstrekkelig grad ved bruk av en relativt høy diskonteringsrente (NOU 2009:16).
- Tvil om observerbare markedsrenter er relevante for senere perioder. (NOU 2009:16) (De "lengste" verdipapirer som det handles med har en tidshorisont på 30 år, men en del infrastrukturprosjekter kan ha nyttevirksomheter i betydelig lengre tid (Hagen m.fl. 2010)).

Min innfallsvinkel er at det er to ulike spørsmål om kalkulasjonsrenten. Det ene er om renten generelt er for høy når vi betrakter virkninger langt fram i tid. Det andre spørsmålet er om miljøkonsekvenser bør ha en egen, lavere kalkulasjonsrente. Et argument for det siste er at reduksjon av risiko for miljøkonsekvenser av negativ karakter, kan ses på som forsikring, f.eks. ut i fra en *føre var*-tankegang (Angelsen 1991). Ut i fra en tankegang om at det offentlige prosjekter kan ses på som en *portefølje* av prosjekter med en bestemt risikoprofil, vil et prosjekt som *reduserer* den totale risikoen kunne tillegges et negativt risikotillegg (NOU 2009:16). (Dette vil da ikke utelukkende gjelde miljøprosjekter, men ethvert prosjekt som kunne tenkes å redusere risiko, jfr f.eks. realopsjonstankegang.)

Et annet argument som trekker i retning av lavere kalkulasjonsrente for prosjekter med langsiktige virkninger er at det for store og langsiktige prosjekter med fordelingsvirkninger mellom land og generasjoner bør legges til grunn en lavere *tidspreferanse* av *etiske* grunner. Altså at vi har en moralsk forpliktelse overfor våre etterkommere, og at dette bør uttrykkes i tidspreferansen som igjen ligger til grunn for selve diskonteringsraten.

Arild Angelsen (1991) argumenterer for at selv om et prosjekt har store miljømessige virkninger, er det ikke i seg selv noe argument for lavere kalkulasjonsrente for det bestemte

prosjektet, men at lavere økonomisk vekst i fremtiden som følge av knapphet på ressurser, indirekte vil kunne føre til lavere avkastningskrav på prosjekter. Videre mener han at høy alternativkostnad i privat sektor ikke er et argument for høy sosial kalkulasjonsrente, og kritiserer også konseptet med individuell tidspreferanse i den sosiale (offentlige) kalkulasjonsrenten. Angelsen konkluderer med at det ikke er argumenter for at miljøimplikasjoner i et prosjekt skal føre til lav kalkulasjonsrente, og at en heller ikke bør *overbelaste* diskonteringsraten i sin alminnelighet. I dette ligger at en bør unngå å tillegge diskonteringsraten for mange funksjoner, for eksempel å justere diskonteringsraten for ting som bedre kan tas høyde for i enhetsprisen på de enkelte komponenter (Angelsen, 1991).

NOU 2009:16 konkluderer med at selv om det finnes argumenter for lavere kalkulasjonsrente for spesielt langsiktige prosjekter er disse argumentene ikke entydige, og utvalget anbefaler at gjeldende praksis beholdes. Videre sier utvalget at endringer i realpriser f.eks. pga knapphet på miljøgoder bør ivaretas i inntekts- og kostnadsstrømmene, og ikke i kalkulasjonsrenten. (NOU 2009:16) Dette vil jeg diskutere i neste avsnitt.

6.3 Utvikling i realpriser på miljøgoder.

I *Effekt* ligger de *relative prisene* fast over analyseperioden (Statens vegvesen, 2006).

Imidlertid er det tre viktige grunner til å anta at prisen på miljøgoder generelt vil øke relativt til andre goder på sikt:

- Etterspørselen etter miljøgoder tenderer til å ha inntektselastisitet større enn 1. Det vil si at når velstanden øker, så øker etterspørselen etter miljøgoder relativt mer enn økningen i velstanden (NOU 2009:16)
- Økende knapphet på miljøgoder kan gjøre at slike goder blir dyrere, pga økende etterspørsel, uten at tilbudet har noen mulighet til å øke tilsvarende (Se f.eks. Varian (1992)).
- Marginalkostnaden ved å redusere klimagassutslipp er økende. (SFT 2005) Dersom myndighetenes utslippsmål, evt. Fremtidige klimaavtaler, innebærer stadig økende utslippreduksjoner, vil dette tilsi økende relativ pris.

Hvordan kan man anslå utviklingen i kvotepriser?

Det er mulig å handle med utslippskvoter for levering i fremtiden. De selges da til en futurespris, som betyr at man betaler i dag for en kvote man trenger om for eksempel ett år. Disse prisene stiger omtrent likt med den risikofrie (real)renten over tid. Dette fordi en investor har valget mellom å kjøpe en kvote i dag, eller kjøpe en kvote for levering om ett år, og sette pengene i banken imens. Prisen på en fremtidig kvote er lavere enn forventede spotpriser på kvoter frem i tid, på grunn av usikkerhet. I nyttekostnadsanalysen tar vi vanligvis hensyn til usikkerheten gjennom risikotillegget i kalkulasjonsrenten, så det er den *forventede* fremtidige utslippsprisen en må legge til grunn i analysen (NOU 2009:16). Imidlertid er det i de fleste kvotesystemer restriksjoner på lån av kvoter fra fremtidige perioder, og sammenhengen mellom realrenten og futuresprisen hviler på en forutsetning om fri adgang til å låne og spare kvoter mellom perioder (NOU 2009:16). Derfor er det ønskelig med modellbaserte analyser av framtidige kvotepriser (NOU 2009:16).

Det er to spørsmål som melder seg i denne diskusjonen. Det ene er hva prisen faktisk *vil* bli, det andre er hva den *bør* bli for at de politisk bestemte målene for utslipp skal nås. I den videre diskusjonen vil jeg ta utgangspunkt i det siste.

Vi spør simpelthen hva kvoteprisen må bli i fremtiden for at de politisk vedtatte utslippsmålene skal oppnås. IEA (2008) beregner at kvoteprisen må være 180 USD i 2030 (målt i 2007-priser) for å nå et mål om maksimalt 2 graders global oppvarming.

I det påfølgende avsnitt vil jeg anvende denne prisen på beregningene fra Porsgrunns-eksempelet.

6.4 Nyttekostnadsanalyse med stigende realpris på utslippskvoter

Jeg vil nå anvende en fremskrevet CO₂-pris med økende prisbane på beregningsresultatene fra kapittel 5.

Jeg begynner med å ta følgende forutsetninger:

- Kvoteprisen på 180 USD er oppgitt i 2007-priser. Jeg har derfor brukt gjennomsnittlig USD/NOK-kurs for hele 2007 til omregning (www.dnbnor.no), denne er 5,858.
Kvotepris i norske kroner i 2030 blir da kr 1054.

- Ettersom jeg i beregningene bruker 2009 som basisår, velger jeg å bruke konsumprisindeksen (www.ssb.no) til å regulere kvoteprisen fra 2007-nivå til 2009-nivå. Denne indeksen steg med 5,99 % fra 2007 til 2009, så kvotepris i 2030, målt i 2009-priser blir da kr 1118.
- Antar en realvekst i kvotepriser på 4% årlig, i diskret tid. Dette er fordi IEA (2008) ikke presenterer en komplett prisbane, men kun anslår hva prisen må være i 2030 for å nå et bestemt utslippsmål. I stedet tar jeg utgangspunkt i den nevnte muligheten for handel mellom perioder. Denne arbitrasjemuligheten antar jeg medfører en realvekst over tid på 4 % p.a. Tilbakeregnet til sammenligningsåret¹ 2014 (16 år) tilsvarer det en kvotepris på $1118/1,04^{16} = 597$.

Utbyggingsplan V1 med stigende realpriser på CO₂

For dette prosjektoalternativet, som omhandler bygging av ny veg mellom grensepunktene G1 og G2 i eksempelet fra Porsgrunn har *Effekt* beregnet en reduksjon i CO₂-utslipp på 2979 tonn CO₂-ekvivalenter i åpningsåret 2014, dvs en reduksjon for året 2014 i forhold til hva utslippene ville bli dersom man *ikke* gjennomfører prosjektet (se *Enhetsresultater* i vedlegg 4, Utskrifter fra *Effekt*).

I tabell 6.4.1 har jeg fremskrevet denne utslippsreduksjonen over analyseperioden med gjennomsnittlig trafikkutvikling, og prissatt utslippsreduksjonene med den stigende kvoteprisen beregnet på grunnlag av IEA (2008) som forklart over. Jeg ser da bort ifra teknologisk utvikling som gjør at kjøretøyer får lavere utslipp over tid. Dette er det heller ikke tatt hensyn til i *Effekt* (Statens vegvesen, 2008b).

¹ Sammenligningsåret er det året som nåverdien blir beregnet i. 2014 er valgt fordi det er da den nye vegen antas å stå ferdig. Tallene er som før nevnt i 2009-priser.

Tabell 6.4.1 Fremskrevet CO₂ –reduksjon i henhold til trafikkvekst. Prissatt som forklart over i teksten.

År	utslippsreduksjon tonn CO ₂	Trafikkvekst	Trafikkvekst Gj.snittlig tra	andel tunge kjøretøy	Kvotepris i 2009-kroner	utslippsgevinst i krone	Diskontert til 2014 (4,5 %)
2014	2 979				597	1 778 463	1 778 463
2015	3 003	0,70 %	1,40 %	0,82 %	621	1 864 750	1 784 450
2016	3 028	0,70 %	1,40 %	0,82 %	646	1 955 223	1 790 456
2017	3 053	0,70 %	1,40 %	0,82 %	672	2 050 086	1 796 483
2018	3 078	0,70 %	1,40 %	0,82 %	698	2 149 551	1 802 530
2019	3 103	0,70 %	1,40 %	0,82 %	726	2 253 842	1 808 598
2020	3 128	0,70 %	1,40 %	0,82 %	755	2 363 193	1 814 686
2021	3 157	0,80 %	1,50 %	0,92 %	786	2 480 307	1 822 600
2022	3 186	0,80 %	1,50 %	0,92 %	817	2 603 225	1 830 549
2023	3 215	0,80 %	1,50 %	0,92 %	850	2 732 235	1 838 533
2024	3 245	0,80 %	1,50 %	0,92 %	884	2 867 638	1 846 551
2025	3 275	0,80 %	1,50 %	0,92 %	919	3 009 751	1 854 605
2026	3 305	0,80 %	1,50 %	0,92 %	956	3 158 907	1 862 693
2027	3 335	0,80 %	1,50 %	0,92 %	994	3 315 455	1 870 817
2028	3 366	0,80 %	1,50 %	0,92 %	1 034	3 479 761	1 878 976
2029	3 397	0,80 %	1,50 %	0,92 %	1 075	3 652 210	1 887 171
2030	3 428	0,80 %	1,50 %	0,92 %	1 118	3 833 204	1 895 402
2031	3 451	0,60 %	1 %	0,67 %	1 163	4 013 162	1 898 934
2032	3 474	0,60 %	1 %	0,67 %	1 209	4 201 569	1 902 472
2033	3 497	0,60 %	1 %	0,67 %	1 258	4 398 821	1 906 017
2034	3 521	0,60 %	1 %	0,67 %	1 308	4 605 333	1 909 569
2035	3 544	0,60 %	1 %	0,67 %	1 360	4 821 541	1 913 127
2036	3 568	0,60 %	1 %	0,67 %	1 415	5 047 899	1 916 692
2037	3 592	0,60 %	1 %	0,67 %	1 471	5 284 884	1 920 263
2038	3 616	0,60 %	1 %	0,67 %	1 530	5 532 994	1 923 841
						83 454 003	46 454 479

Utrekningen viser at ved å anvende min beregnede priskurve, basert på IEAs (2008) beregnede kvotepris for oppnåelse av 2-graders-målet, får vi en beregnet gevinst i nyttekostnadsanalysen på ca **46,5** mill. kroner.

Nå er det viktig å huske på at miljøgevinsten vi opprinnelig fikk fra prosjekt V1 inneholder både reduksjon i CO₂-utslipp OG NO_x-utslipp, så jeg må beregne en splitt på disse to. Det har jeg gjort ved å beregne samme tabellen som i 6.4.1, men med den opprinnelige prisen på CO₂, og uten prisøkning.

Tabell 6.4.2 CO₂-reduksjon til standard Effekt-pris, og uten prisvekst

År	utslippsreduksjo	Trafikkvekst lett	trafikkvekst tung	Gjennomsnittlig trafikkutviklin	Kvotepris	andel tunge kjøretøy	utslippsgevinst i krone	Diskontert til 2014 (4,5 %)	17 %
2014	2 979				229		682 191	682 191	
2015	3 003	0,70 %	1,40 %	0,82 %	229		687 778	658 161	
2016	3 028	0,70 %	1,40 %	0,82 %	229		693 411	634 977	
2017	3 053	0,70 %	1,40 %	0,82 %	229		699 090	612 610	
2018	3 078	0,70 %	1,40 %	0,82 %	229		704 816	591 031	
2019	3 103	0,70 %	1,40 %	0,82 %	229		710 588	570 212	
2020	3 128	0,70 %	1,40 %	0,82 %	229		716 408	550 126	
2021	3 157	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		722 992	531 275	
2022	3 186	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		729 636	513 069	
2023	3 215	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		736 341	495 487	
2024	3 245	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		743 108	478 508	
2025	3 275	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		749 937	462 110	
2026	3 305	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		756 829	446 275	
2027	3 335	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		763 785	430 982	
2028	3 366	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		770 804	416 213	
2029	3 397	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		777 887	401 950	
2030	3 428	0,80 %	1,50 %	0,92 %	229		785 036	388 176	
2031	3 451	0,60 %	1 %	0,67 %	229		790 280	373 942	
2032	3 474	0,60 %	1 %	0,67 %	229		795 559	360 230	
2033	3 497	0,60 %	1 %	0,67 %	229		800 874	347 020	
2034	3 521	0,60 %	1 %	0,67 %	229		806 223	334 295	
2035	3 544	0,60 %	1 %	0,67 %	229		811 609	322 036	
2036	3 568	0,60 %	1 %	0,67 %	229		817 031	310 227	
2037	3 592	0,60 %	1 %	0,67 %	229		822 488	298 851	
2038	3 616	0,60 %	1 %	0,67 %	229		827 983	287 892	
18 902 684								11 497 849	

CO₂-delen av den opprinnelige utslippsreduksjonen er ca 11,5 millioner kroner av de 18,2 mill kronene som var miljøgevinsten i V1. Ved å innføre IEAs beregnede utslippspris og beregne 4 % realvekst er den altså kronemessige utslippsgevinsten av å gjennomføre prosjekt V1 mer enn firedoblet i forhold til den opprinnelige *Effekt*-beregningen.

Dette er ikke bare på grunn av at jeg har innført realprisvekst i kvoteprisen, men også fordi den beregnede kvoteprisbanen impliserer en høyere kvotepris enn den som ligger inne i *Effekt* allerede i 2014. I *Effekt* er standardprisen 210 kr i 2005, indeksregulert til 2009 er den 229. Hvis jeg tilbakejusterer IEA-prisen til 2009 med de nevnte 4 %, får jeg kr 491 (se vedlegg 7, Kvotepris tilbakeregning). Altså er den IEA-baserte prisen mer enn dobbelt så høy som den som ligger til grunn for nyttekostnadsberegning av samferdselsprosjekter (Statens vegvesen 2006).

Det virker ikke uten videre opplagt at regional luftforurensning vil følge samme prisbane som for klimagassutslipp, ettersom denne typen forurensning er nettopp av mer *regional* karakter, men dersom jeg for eksempelets skyld antar en tilsvarende vekst i NO_x-prisen, får jeg et resultat som vist i tabell 6.4.2.

Tabell 6.4.3 Fremskrevet reduksjon i NO_x-utslipp, beregnet med 4 % realprisvekst.

År	utslippsreduksjon tonn CO2	Trafikkveks	trafikkvekst t	Gjennomsnittlig	andel tunge kjøretøy	Utslippspris	utslippsgevinst i kroner	Diskontert til 2014 (4,5 %)	17 %
2014	13 000					28	364 000		364 000
2015	13 106	0,70 %	1,40 %	0,82 %		29	381 660		365 225
2016	13 214	0,70 %	1,40 %	0,82 %		30	400 178		366 455
2017	13 322	0,70 %	1,40 %	0,82 %		31	419 593		367 688
2018	13 431	0,70 %	1,40 %	0,82 %		33	439 951		368 926
2019	13 541	0,70 %	1,40 %	0,82 %		34	461 296		370 168
2020	13 652	0,70 %	1,40 %	0,82 %		35	483 677		371 414
2021	13 778	0,80 %	1,50 %	0,92 %		37	507 647		373 034
2022	13 904	0,80 %	1,50 %	0,92 %		38	532 805		374 661
2023	14 032	0,80 %	1,50 %	0,92 %		40	559 210		376 295
2024	14 161	0,80 %	1,50 %	0,92 %		41	586 923		377 936
2025	14 291	0,80 %	1,50 %	0,92 %		43	616 009		379 584
2026	14 422	0,80 %	1,50 %	0,92 %		45	646 537		381 240
2027	14 555	0,80 %	1,50 %	0,92 %		47	678 578		382 902
2028	14 689	0,80 %	1,50 %	0,92 %		48	712 207		384 572
2029	14 824	0,80 %	1,50 %	0,92 %		50	747 502		386 249
2030	14 960	0,80 %	1,50 %	0,92 %		52	784 546		387 934
2031	15 060	0,60 %	1 %	0,67 %		55	821 378		388 657
2032	15 160	0,60 %	1 %	0,67 %		57	859 940		389 381
2033	15 262	0,60 %	1 %	0,67 %		59	900 312		390 107
2034	15 364	0,60 %	1 %	0,67 %		61	942 579		390 834
2035	15 466	0,60 %	1 %	0,67 %		64	986 830		391 562
2036	15 570	0,60 %	1 %	0,67 %		66	1 033 159		392 291
2037	15 674	0,60 %	1 %	0,67 %		69	1 081 663		393 022
2038	15 778	0,60 %	1 %	0,67 %		72	1 132 444		393 755
								17 080 624	9 507 890

Av beregnet netto nåverdi i den opprinnelige beregningen for prosjekalternativ V1 som var på 18,2 mill. kroner, utgjorde gevinsten av reduserte NO_x-utslipp **18,2 – 11,5 = 6,7** mill. kroner. Med 4 % realvekst i NO_x-prisen, får jeg at denne gevinsten blir 9,5 mill kroner. Jeg har her antatt at prisen på NO_x først begynner å vokse i 2014, når den nye vegen er klar til bruk.

Beregningen viser da en økning i miljøgevinsten fra reduserte NO_x-utslipp på **9,5 – 6,7 = 2,8** mill kroner.

Dersom jeg ser på CO₂- og NO_x-reduksjoner totalt får jeg en gevinst på **45,5 + 9,5 = 56** mill. kroner fra reduserte luftutslipp i utbyggingsplan V1, når jeg anvender 4 % realprisvekst på både NO_x-utslipp og CO₂-utslipp, og legge IEAs beregning til grunn for prisen på CO₂-utslipp. Denne gevinsten var som før nevnt kun **18,2** mill kroner uten antagelsen om prisvekst, og ved bruk av standard enhetspriser.

Dersom en legger IEAs beregnede kvotepris i 2030 til grunn, og antar en realprisvekst på 4 %, i begge typer utslipp, illustrerer analysen at en undervurderer virkninger på luftforurensning i nyttekostnadsberegner ved å bruke *Effekt* slik det er lagt opp, med standard utslippspriser, og uten mulighet for å legge inn en realvekst i disse prisene.

7 Konklusjon

Denne oppgaven tar utgangspunkt i nyttekostnadsanalyse av samferdselsprosjekter, slik det gjøres i Statens vegvesen. Det sentrale verktøyet i nyttekostnadsanalyse hos Statens vegvesen er beregningsmodellen *Effekt* som er utviklet av Sintef (Statens vegvesen 2008a). Eksempelene som er studert i oppgaven gjelder enkle tiltak som ikke krever inngangsdata fra andre beregningsverktøy hos Statens vegvesen. Formålet med oppgaven har vært å svare på om miljøkonsekvenser, her avgrenset til virkninger på luftforurensning, i dag blir tatt godt nok hensyn til i nyttekostnadsberegningene.

Selv om både utslipp av CO₂-ekvivalenter, og NO_x i prinsippet er inkludert har jeg pekt på to forhold som trekker i retning av at miljøeffekter undervurderes i nyttekostnadsanalyse slik det er lagt opp til i *Effekt* og i Statens vegvesen (2006).

1: Det er ingen innebygget funksjon for endring i *realpriser* over tid i *Effekt*, slik at eventuell økt relativ verdsetting av miljøgoder ikke blir fanget opp i analysen. Som jeg har påpekt i diskusjonen over, er det flere grunner til at det kan være rimelig å forvente en slik relativ prisøkning over tid.

2: Selv om prisene på utslipp som ligger som standard i *Effekt* og Statens vegvesen (2006) er konsistente med SFTs tiltaksanalyse, er prisen på CO₂ for lav dersom man legger IEAs (2008) analyse til grunn.

Prisene på utslipp kan overstyres av brukeren i *Effekt*, men Statens vegvesen (2006) anbefaler at man ikke gjør det, fordi ”enhetsprisene er omforente priser transportetatene imellom”.

Da jeg la opp prosjektoalternativene hadde jeg en ide om at kollektivalternativene V2 og V3 ville være ”miljøalternativene”, altså at de ville komme bedre ut i forhold til luftforurensning enn ”bilalternativet” V1. Det kan da synes paradoksalt at alternativ V1 viser seg å gi langt høyere beregnede miljøgevinster hva luftutslipp angår. I den anledning vil jeg gjerne poengtere noen ting:

- Overføring av persontrafikk fra bil til buss er basert på en konkret antagelse om økning i kollektivandelen, basert på Statens vegvesen (2010), og min egen antagelse om økning i selve bussbelegget. En ytterligere økning i bussbelegget, med tilhørende nedgang i antall bussavganger, ville kunne redusere luftutslippet ytterligere.

- Miljøeffekter knyttet til selve byggingen av nye anlegg, og tilhørende vedlikehold er ikke tatt med i analysen. Det er da implisitt antatt at slike kostnader er fullt ut internalisert i kostnaden ved å bygge. Det er nylig publisert en rapport hos Statens vegvesen (2009) som omhandler slike virkninger.
- Jeg har ikke beregnet *nyskapt trafikk* som følge av den nye vegen. Det er heller ikke vanlig å gjøre på isolerte vegnett som dette ifølge fagperson jeg har snakket med i Statens vegvesen². Imidlertid finnes det undersøkelser som viser at reduksjoner i reisetid, og heving av vegstandard medfører en økning i den totale etterspørselen etter transport (TØI, 2009). Ensidig forbedring av vegnettet, uten at kollektivtilbudet rustes opp tilsvarende, kan også tenkes å forrykke konkurranseforholdet mellom transportmidlene i favør av mer privatbilisme. Eksempelet jeg har brukt i oppgaven virker dog for lite til at jeg kan gjøre en fornuftig beregning av nyskapt trafikk. Hos Statens vegvesen blir slike virkninger behandlet i transportmodeller, og da for større områder enn jeg har behandlet her³.

Hovedkonklusjonen i denne masteroppgaven er altså at det er forhold som tyder på at miljøeffekter undervurderes i nyttekostnadsanalysen slik det er lagt opp til i *Effekt* og Statens vegvesen (2006), på grunn av statisk, og for lav, verdsetting av virkninger på luftutslipp.

² Elisabeth O. Herstad, som har vært min kontaktperson i Samfunnsseksjonen, Statens vegvesen – Region sør.

³ Ifølge samme fagperson som i fotnote 2.

Litteraturliste

Transportøkonomisk institutt (2009): "Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?"
TØI-rapport 1027/2009

Statens vegvesen (2010): "Konseptvalgutredning Grenland – Hovedrapport", Statens vegvesen, Region sør, Samfunnsseksjonen Januar 2010.

Finansdepartementet FIN (2005): Veileder i samfunnsøkonomiske analyser.

Nyborg, Karine, 2002. Miljø og nyttekostnadsanalyser, noen prinsipielle vurderinger. Rapport 5/2002 Frischsenteret.

NOU 1997:27 Nytte-kostnadsanalyser. Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor.

Statens vegvesen (2006): Håndbok 140 – konsekvensanalyser, Statens vegvesen - Utbyggingsavdelingen

Statens vegvesen (2008a): Bruerveiledning Effekt 6, Statens vegvesen – Utbyggingsavdelingen, rapport nr: 2008/01

Statens vegvesen (2008b): Dokumentasjon av beregningsmoduler i Effekt 6, Statens vegvesen – Utbyggingsavdelingen, rapport nr 2008/02

Statens forurensningstilsyn SFT (2005): Marginale miljøkostnader ved luftforurensning – Skadekostnader og tiltakskostnader. SFT rapport 2100/2005.

Johansson, Per-Olov (1993): Cost-Benefit analysis of environmental change. Cambridge University Press

Statens vegvesen (2009): Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter. Vegdirektoratet, rapport nr: 2009/11

Grønn, Erik (1999): Forelesninger i offentlig økonomi. Cappelen Akademisk Forlag.

Norconsult (2008). "Trafikkundersøkelse Grenland", utført for Statens vegvesen, april 2008.

UNEP (2005). "Klimaet I fare – En innføring I de siste rapportene fra FN's klimapanel". United Nations Environment Programme.

Varian, Hal R (1992): Microeconomic analysis, 3rd edition, University of Michigan.

Minken, Harald og Hanne Samstad(2005): Nytte-kostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene. TØI-rapport 798/2005

Ramjerdi, F., L. Rand, L., I.-A.R. Sætermo, I.-A.R. and Sælensminde, K. (1997): The Norwegian Value of Time Study. Part I and II. TØI-rapport 279/1997.

Knudsen, Tore (2005): Trafikkberegning og samfunnsøkonomisk analyse av vegprosjekter, AsplanViak AS, rapport datert 14.07.95

Statens vegvesen (2007): "Mulighetsstudie for delvis bompengefinansiering av Infrastrukturplan for Grenland", Statens Vegvesen, Region sør Januar 2007.

Rugset, Vidar (2009): Sommerprosjekt hos Statens vegvesen om global og regional forurensning i Effekt. Statens vegvesen, Region sør – Strategistaben.

Stortingsmelding nr 54, 2000 – 2001: "Norsk Klimapolitikk" – Miljøverndepartementet.

Stortingsmelding nr 16, 2008 – 2009: "Nasjonal transportplan 2010-2019". Samferdselsdepartementet.

Fredriksen, Karl Sigurd (2008): NTP 2010-2019 – Klima og transport. Statens vegvesen – Region sør.

NOU 2009:16: "Globale miljøutfordringer – Norsk politikk".

Bøhren, Øystein og Dag Michalsen (1994): Finansiell Økonomi – Skarvet forlag.

Hagen, Kåre P, Arild Hervik, Odd Larsenm, Karl Pedersen, Christian Andersen (2010): Arbeidsnotat om "mernytte" m.m.

International Energy Agency (2008). World Energy outlook 2008.

Angelsen, Arild (1991): "Cost-Benefit Analysis, Discounting, and the Environmental Critique: Overloading of the Discount Rate?" Chr. Michelsen Institute R: 1991

Vedlegg

1. Trafikksammensetning
2. Kostnadsoverslag for utbyggingsprosjekter
3. Økonomidata og generelle data
4. Utskrifter fra *Effekt*
5. Spesiell busstrafikk V3
6. Enhetsresultater
7. Kvotepriis tilbakeregning